

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních
zdrojů
Katedra kvality a bezpečnosti potravin



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Selekce genotypů konopí (*Cannabis sativa* L.)
potencionálně vhodných k používání v medicíně**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Nikita Vorobkalo
Obor studia: Ekologické zemědělství

Vedoucí práce: Ing. Anežka Janatová, Ph.D.

© 2021 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Selekce genotypů konopí (*Cannabis sativa* L.) potencionálně vhodných k používání v medicíně" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 27.04.2021

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval vedoucí diplomové práce Ing. Anežce Janatové, Ph.D. za její trpělivost, rady a inspirace, které mi poskytovala při zpracování této práce.

Selekce genotypů konopí (*Cannabis sativa* L.) potencionálně vhodných k používání v medicíně

Souhrn

V posledních desetiletích spolu s aktivním výzkumem kanabinoidů a odhalení mnoha terapeutických efektů se zvedá i množství pacientů, kteří se pomocí konopných látek léčí. K léčbě jednotlivých onemocnění se používají léčebné přípravky s odlišným obsahem kanabinoidů. Obsah a poměr hlavních kanabinoidů mají podstatný vliv na terapeutický efekt. Proto je důležité popsat maximální počet odrůd s různými koncentracemi aktivních látek pro poskytování funkčních a efektivních léčebných přípravků. Ale prozatím jednotlivé variety konopí setého (*Cannabis sativa* L.) pro léčebné použití nebyly v dostatečné míře prozkoumány.

Cílem této práce bylo vypěstovat 10 genotypů konopí setého, stanovit výnos a obsah hlavních kanabinoidů (Δ^9 -tetrahydrokanabinol a kanabidiol).

Dalším cílem bylo vyzkoušet případný vliv květináčů typu airpot na obsah kanabinoidů a množství sklizeného materiálu v porovnání s klasickými plastovými květináči. Bylo stanoveno, že květináče typu airpot nemají kladný vliv na obsahy hlavních kanabinoidů.

Na pracovišti FAPPZ bylo vypěstováno 10 genotypů konopí: Critical 2+, Critical Hog, Forbidden Fruit, Gorilla Glue, Granddaddy Purple, Green Poison, Cheese, Chocolope, Mango Sapphire a Tangie.

Největší výnos sušeného květenství byl zjištěn u genotypu Gorilla Glue vypěstovaném v květináčích typu airpot, výnos z jedné rostliny byl 87 g. Nejnižší výnos vykázal genotyp Cheese (9 g), vypěstovaný v klasických květináčích.

Nejvyšší obsah Δ^9 -tetrahydrokanabinolu byl nalezen u genotypu Tangie ($16,63 \pm 1,057$ %); nejnižší obsah byl stanoven u genotypu Cheese ($5,86 \pm 0,062$ %). Obě tyto varianty byly vypěstované v květináčích airpot. Nejvyšší obsah kanabidiolu byl zaznamenán u genotypu Chocolope ($0,85 \pm 0,027$ %), nejnižší u Critical 2+ ($0,18 \pm 0,0028$ %). Tyto obsahy byly naměřeny u rostlin v airpot-květináčích.

Lze konstatovat, že všechny pěstované genotypy odpovídají obsahem hlavních kanabinoidů české i světové legislativě. Je zapotřebí dalších studií těchto genotypů, zejména jejich biologické aktivity, aby bylo možné je doporučit pro konkrétní diagnózy.

Klíčová slova: kultivace léčebného konopí, výnos, THC, CBD, airpot

Selection of cannabis genotypes (*Cannabis sativa* L.) potentially suitable for use in medicine.

Summary

In the last decades, active research on cannabinoids and the revelation of multiple therapeutic effects was conducted. The number of satisfied patients using the cannabis treatments is increasing. The medicines with different amount of cannabinoids for the treatment of many kinds of diseases are used. The presence and concentration of the main cannabinoids in the preparations have a significant influence on the therapeutic effect. It is essential to describe the available sorts with various concentrations of cannabinoids in order to produce highly functional and useful medical products. Individual varieties of cannabis (*Cannabis sativa* L.), which is in therapeutic use, were not studied sufficiently so far.

In this thesis, the ten genotypes of cannabis were tested. The yield and the composition of two main cannabinoids (Δ^9 -tetrahydrocannabinol and cannabidiol) were analysed.

The secondary goal of this work was to estimate the effect of a pot type to the yield and content of main cannabinoids. There was no statistically significant correlation shown between the type of the airpot and the concentration of cannabidiol in the plant.

The ten genotypes of cannabis in a workplace FAFNR were grown: Critical 2+, Critical Hog, Forbidden Fruit, Gorilla Glue, Granddaddy Purple, Green Poison, Cheese, Chocolope, Mango Sapphire a Tangie. The highest yield of dried inflorescence in the genotype Gorilla glue, which was cultivated in the pot of type airpot was found. The yield was 72.6 g. The lowest yield by genotype Cheese was shown, which was cultivated in classic pots. The most significant concentration of Δ^9 -tetrahydrocannabinol in a genotype Tangie ($16.63 \pm 1,057$ %) was found. The lowest concentration was in a genotype Cheese ($5.86 \pm 0,062$ %). Both of them were cultivated in a pot of type Airpot. The highest concentration of cannabidiol was measured in a genotype Chocolope ($0.85 \pm 0,027$ %), the lowest in a Critical 2+ ($0,18 \pm 0,0028$ %), both plants were cultivated in airpot.

It can be concluded that the content of the major cannabinoids of all cultivated genotypes correspond to the Czech and world legislation. The inspiration for future research may be a more detailed study of those genotypes, especially their biological activity, so it will be possible to recommend those for treatment of specific diagnoses.

Keywords: cultivation of medical cannabis, yield THC, CBD, airpot

Obsah

1. Úvod.....	7
2. Cíle a hypotézy.....	8
3. Literární rešerše.....	9
3.1. Taxonomie a biologický popis.....	9
3.2. Historie a legislativa.....	10
3.3. Obecné požadavky pro pěstování.....	12
3.3.1. Genetika.....	12
3.3.2. Světelné zdroje.....	13
3.3.3. Ventilace.....	16
3.3.4. Pěstební systémy.....	18
3.3.5. Hnojení.....	21
3.3.6. Sklizeň a sušení.....	21
3.3.7. Choroby a škůdci.....	23
3.4. Kanabinoidy.....	25
3.4.1. THC.....	25
3.4.2. CBD.....	26
3.4.3. Ostatní významné kanabinoidy.....	27
3.5. Terpenoidy.....	28
3.6. Endokanabinoidní systém.....	29
3.7. Léčebné účinky konopí.....	30
4. Metodologie.....	31
4.1. Pěstování rostlin.....	31
4.1.1. Výživa.....	31
4.2. Výchozí genetika.....	32
4.3. Kvalitativní analýza kanabinoidů.....	33
4.4. Statistika.....	35
5. Výsledky a diskuze.....	35
6. Závěr.....	45
7. Zdroje.....	47
8. Seznam obrázků.....	52
9. Seznam tabulek.....	53
10. Seznam použitých zkratk.....	54

1. Úvod

Konopí (*Cannabis sativa* L.) je od pradávna známá rostlina svými léčebnými účinky. Po celou historii se tato plodina předepisovala k léčbě chronických bolestí, úzkostných stavů, k léčení astmatu a mnoho jiného. Mechanismus těchto účinků byl poprvé prozkoumán a potvrzen v polovině 20 století s objevením hlavních kanabinoidů (THC a CBD). Dlouhou dobu užívání a léčba konopím byla protizákonná. Se změnou legislativní politiky se značně zvedl počet výzkumů, které pak umožnili legální využívání konopných přípravků k léčbě.

V posledních desetiletích spolu s aktivním výzkumem kanabinoidů a odhalení mnoha terapeutických efektů se zvedá i množství pacientů, kteří se pomocí konopných látek léčí. Je známo, že k dosažení lepších terapeutických efektů je nutno užívat přípravky s obsahem plné škály kanabinoidů, které rostliny konopí poskytují: obsah a poměr hlavních kanabinoidů mají podstatný vliv na terapeutický efekt. Avšak hlavním ukazatelem léčebných účinků je poměr hlavních kanabinoidů (THC a CBD). Každý genotyp má odlišné složení aktivních látek, a proto je důležité prozkoumat co nejvíce genotypů konopí a jejich biologickou aktivitu pro poskytování funkčních a efektivních léčebných přípravků. Prozatím jednotlivé variety konopí setého (*Cannabis sativa* L.) pro léčebné použití nebyly v dostatečné míře prozkoumány. Za tímto účelem byl proveden daný výzkum.

2. Cíle a hypotézy

Cílem této práce je vypěstovat vybrané genotypy konopí, zjistit obsah hlavních kanabinoidů a vybrat genotypy s vyššími obsahy kanabinoidů pro další studii.

Vedlejším cílem je porovnání výnosů sušeného květenství a obsahu hlavních kanabinoidů při pěstování rostlin v klasických a airpot-květináčích.

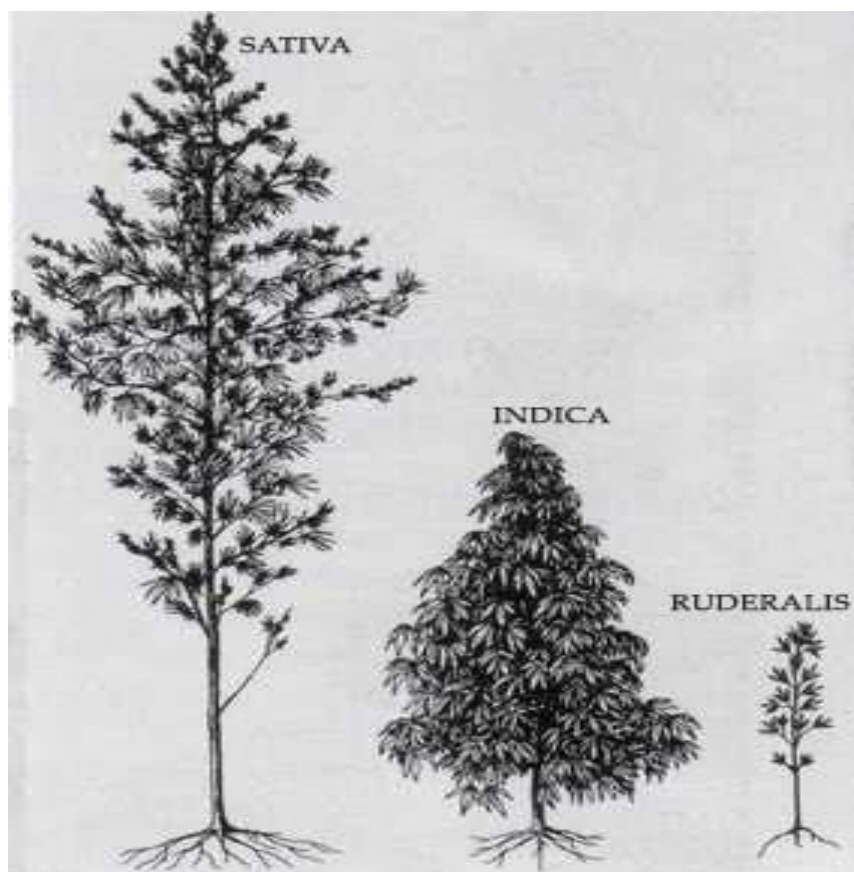
Hypotéza první: Alespoň jedna z deseti odrůd bude mít vysoké výnosy, obsah kanabinoidů a zároveň bude odpovídat platné legislativě.

Hypotéza druhá: Rostliny vypěstované v květináčích typu airpot budou mít vyšší obsahy hlavních kanabinoidů a vyšší výnosy než rostliny vypěstované v normálních květináčích.

3. Literární rešerše

3.1. Taxonomie a biologický popis

Konopí patří do čeledi konopovité (*Cannabiaceae*), ke které patří jeden polymorfní druh – *Cannabis sativa* L. (konopí seté). Dříve tato čeleď se rozdělovala na tři druhy: Konopí seté (*Cannabis sativa*) Linné, 1737; Konopí indické (*Cannabis indica*) Lamark, 1783; Konopí rumištní (*Cannabis ruderalis*) Janischewsky, 1924.



Obrázek 1.: Poddruhy konopí: konopí seté, konopí indické, konopí rumištní (Dic.Academik.ru, 2020)

Podle současné klasifikaci rod *Cannabis* zahrnuje jeden druh (*Cannabis sativa*) s dvěma poddruhy:

- *Cannabis sativa* subsp. *sativa* – konopí seté. Štíhlejší a vyšší rostlina, která se pěstuje pro získání vláken
- *Cannabis sativa* subsp. *indica* – konopí indické.

Konopí rumištní (*Cannabis ruderalis*) podle současně používané klasifikaci už se nerozlišuje jako samostatný druh a je synonymický druhu *Cannabis sativa* subsp. *sativa* (Small et. Cronquist, 1976).

Konopí je jednoletá dvoudomá bylina, avšak v dnešní době existují i jednodomé odrůdy. Lodyha je vzpřímená, kulatá u bázi, šestihranná uprostřed a čtyřhranná ve vrcholu, uvnitř má dutinu. Lodyha dosahuje výšky od 0,5 m u rumištního konopí, do 2 až 4 m u konopí setého. Listy jsou dlanitě složené, 3-četné (první pravé listy) až 11-četné zubatými čárkovitými listy uprostřed lodyhy. Na bázi jsou listy umístěny vstřícně, na vrcholu střídavě. Samčí květenství je lata, samičí rostliny mají přisedlé úžlabní květy. Na povrchu všech nadzemních částí se nacházejí žláznaté trichomy s velkým obsahem kanabinoidů (Adams, 2012).

Konopí je větrosnubná plodina, samčí rostliny produkují velké množství pylu, který je pomocí větru roznášen na plochu do 12 km. Samčí rostliny jsou méně vzrůstné, štíhlejší a dozrávají dříve než samičí (Miovský et al., 2008).

3.2. Historie a legislativa.

Konopí bylo od pradávna známé jako přadná a léčivá rostlina. Moderní archeologické nálezy datované pozdním holocénem dokazují, že lidstvo kultivovalo tuto rostlinu přibližně 6 až 8 tisíc let před naším letopočtem (Mercuri et al, 2002).

První písemné zmínky o léčebných účincích konopí pocházejí ze starověké Číny od roku 2737 př. n. l., kdy byl sestaven nejstarší z nalezených lékopisů. Středověký perský filozof a lékař Avicena ve svém Kánonu medicíny popisoval léčivé účinky a nabízel konopí jako lék proti pakostnici, otokům, infekčním zánětům a bolesti hlavy. Ve středověké Evropě se konopí předepisovalo k léčbě nevolnosti, revmatu, astmatu, porodním a menstruačním bolestem atd. Až do začátku 20. století bylo konopí k dostání v lékárnách na předpis i volně (Rätsch, 1998; Russo, 2001). Změna v považování konopí za léčivou rostlinu v právním smyslu nastala po roce 1937, když zákon o zdanění konopí v Americe znemožnil pěstování a prodej této rostliny. Tento zákon a protidrogová kampaň spustili proces celosvětové prohibice konopí ve čtyřicátých až šedesátých letech dvacátého století. Výsledkem bylo zařazení konopí do seznamu škodlivých a omamných látek a jeho omezení na bázi OSN v roce 1961 (Michka et al, 2015).

Nicméně, výzkum konopí pokračoval. Prvním z izolovaných kanabinoidů byl kanabidiol (CBD). V roce 1964 izraelský chemik R. Mechoulam izoloval molekulu delta-9-tetrahydrokanabinolu (THC) a stanovil, že THC je odpovědné za psychotropní účinky konopí. Po prozkoumání tohoto kanabinoidu v následujících desetiletích, byly objeveny jeho analgetické vlastnosti, terapeutické účinky při léčbě rakoviny, schopnost THC zmírňovat spasticitu a jiné (Munson et al., 1975; Sallan et al, 1975; Williams et al., 1976;

Petro et Ellenberger, 1981). Po objevu prvních kanabinoidů, se vědci snažili najít receptory, na které se tato molekula váže. První z těchto receptorů (CB₁) se podařilo najít v roce 1988 v mozku myši (Devane et al, 1988). Od té doby zkoumání kanabinoidů a endokanabinoidního systému neustále pokračovalo, bylo zjištěno, že se endokanabinoidní systém podílí na mnoha životních funkcích všech živých organismů a nese v sobě obrovský potenciál k léčbě závažných chorob u člověka. V následujících letech se postupně měnili zákony, které pak umožnili legální užívání konopí pro léčebné účely a jeho produkci licencovanými pěstiteli v mnoha státech (Russo, 2014).

V České republice je konopí k léčbě možné předepisovat od roku 2013 (zákon č. 50/2013 Sb.) Pěstování konopí pro léčebné účely (konopí s obsahem THC nad 0,3 %) se také řídí zákonem č. 50/2013 Sb. a je umožněno pouze pěstitelům s udělenou licencí Statním ústavem pro kontrolu léčiv. Licenci může získat pěstitel, který se přihlásil do zadávacího řízení a splňuje pravidla správné pěstitelské praxe. Dále vybraný dodavatel léčebního konopí musí získat povolení k zacházení s návykovými látkami podle zákona č.167/1998 Sb., o návykových látkách a o změně některých dalších zákonů. Toto povolení uděluje ve správním řízení Inspektorát omamných a psychotropních látek Ministerstva zdravotnictví ČR. Výkup a distribuci zajišťuje Statní agentura pro konopí pro léčebné použití. V současné době v České republice existuje jenom jeden licencovaný pěstitel léčebního konopí – firma Elkoplast Slušovice s.r.o. Ze dne 23. 6. 2020 vznikla vyhláška č. 307/2020 Sb., která zaměnila vyhlášku č. 236/2015 o stanovení podmínek pro předepisování, přípravu, distribuci, výdej a používání individuálně připravovaných léčivých přípravků s obsahem konopí pro léčebné použití. V této vyhlášce se uvádí maximální koncentrace hlavních kanabinoidů, kterou mohou obsahovat rostliny konopí pro medicínské využití a to je 25 % pro obsah THC a 23 % pro obsah CBD. V příloze k této vyhlášce mezi jiné se uvádějí konkrétní požadavky týkající koncentraci těchto kanabinoidů a jejich poměru u jednotlivých odrůd pro následné předepisování pacientům (SAKL, 2020).

3.3. Obecné požadavky pro pěstování

3.3.1. Genetika

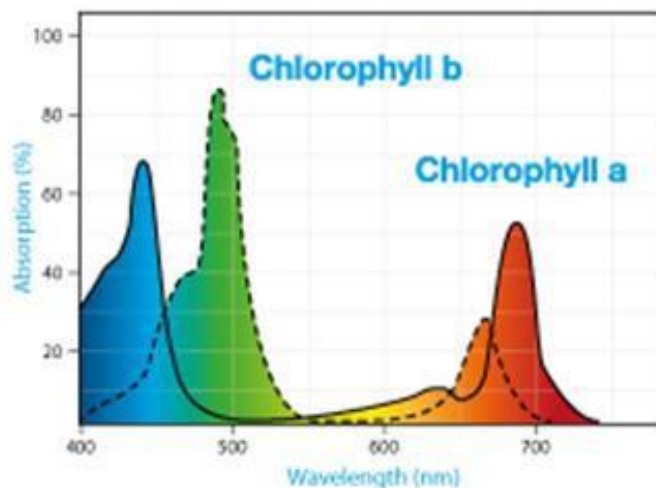
Pěstování konopí začíná formulováním cílů a představ o jaké využití vypěstovaného materiálu bude jednat. Odlišné nutriční složení odrůd konopí přináší rozdíly v působení na lidský organismus a tím mění terapeutický efekt. Tak se posouváme k první věci, ze které se začíná pěstování konopí pro léčebné využití, a to je volba odrůdy. Kvalitní genetický materiál je prvním krokem k úspěšnému průběhu pěstování, protože genetické vlastnosti jsou pouze zčásti ovlivnitelné během růstu: pěstitel se pouze snaží poskytnout podmínky pro maximální projev daného genotypu. Zvolenou odrůdou předurčujeme fenotyp, množství a poměr hlavních kanabinoidů. Odrůdy neboli jejich kříženci mají odlišné růstové vlastnosti, dobu kvetení a světelný režim (Cervantes, 2006).

Konopí pro léčebné využití je v hromadné většině případů je pěstováno v uzavřených prostorech pod umělým osvětlením, a proto se používají odrůdy, které byli speciálně vyšlechtěné pro dané podmínky. Odrůdy, které byli vyšlechtěny pro pěstování v uměle vytvořeném prostředí, jsou zpravidla štíhlejší, méně vzrostlé a mají hustší nasazení květů. Jsou to ve většině případů kříženci konopí indického a konopí setého s velkou škálou odlišných poměrů kanabinoidů, často s velkým množstvím THC (Clarke, 2015).

Z nejlepších vyšlechtěných rostlin se udržují mateční rostliny, které jsou udržovány ve vegetativním stadiu růstu a ze kterých jsou následně odebírány klony pro další množení. Mateční rostliny mohou produkovat kvalitní klony po dobu 3 let. Klonováním získáme velký počet uniformních rostlin, což je důležitým prvkem v celém pěstebním cyklu. Uniformní rostliny zajistí stejné poměry kanabinoidů, terpenů a dalších látek u jednotlivých rostlin. Z hlediska prostorového uspořádání si stejně velké rostliny nebudou navzájem příliš zastiňovat, čímž se zvedne efektivita využívání dodávané světelné energie. Lze předpokládat, že rostliny takového porostu budou dozrávat současně (Mr. José, 2012).

3.3.2. Světelné zdroje

V indoor podmínkách (pěstování v uzavřených prostorech) musíme nahradit sluneční záření umělým osvětlením. Pro tyto účely se používají výbojky s určitým výkonem a spektrem. Spektrum vyzařovaného výbojkami světla musí zasahovat rozmezí fotosynteticky aktivního záření ve vlnových délkách od 400 do 700 nm (Obr. 2). Na obrázku jsou zobrazeny dva extrémy, a to v modré a červené části spektru. energii světla z modré části (430–470 nm) absorbuje chlorofyl b, který odpovídá za rozvoj kořenů, listů a výhonů. Světlo v modrém spektru je důležité ve stadiu klíčení a vegetace – podílí se na více intenzivním větvení a na založení většího množství květů. V červené části spektra (620–700 nm) světlo absorbuje chlorofyl a, který je důležitý v generativní fázi růstu tím, že se podílí na tvorbě kořenů a na správném průběhu procesu kvetení



Obrázek 2: Fotosynteticky aktivní záření (Legalizace, 2017)

Společně s převážnou většinou světelných zdrojů (kromě LED-svítel) by se měly používat reflektory k zamezení rozptýlení světla do nežádoucích stran a nasměrování ho přímo k rostlinám. Většina reflektorů odráží cca 80 % světla, kvalitnější modely mohou odrážet až 95 %. Kromě reflektorů je důležité, aby stěny pěstební místnosti také odráželi světlo. Stěny místností se natírají bílou matovou barvou, v menších místnostech a klimaboxech se používají odrazové folie a další podobné materiály (Mr. José, 2012).

Zdroje umělého osvětlení se liší výkonem, účinností, vyzařovaným spektrem, technologií, podle které byly vyrobeny a dalšími parametry. Pro pěstování rostlin se nejčastěji používají následující typy světelných zdrojů:

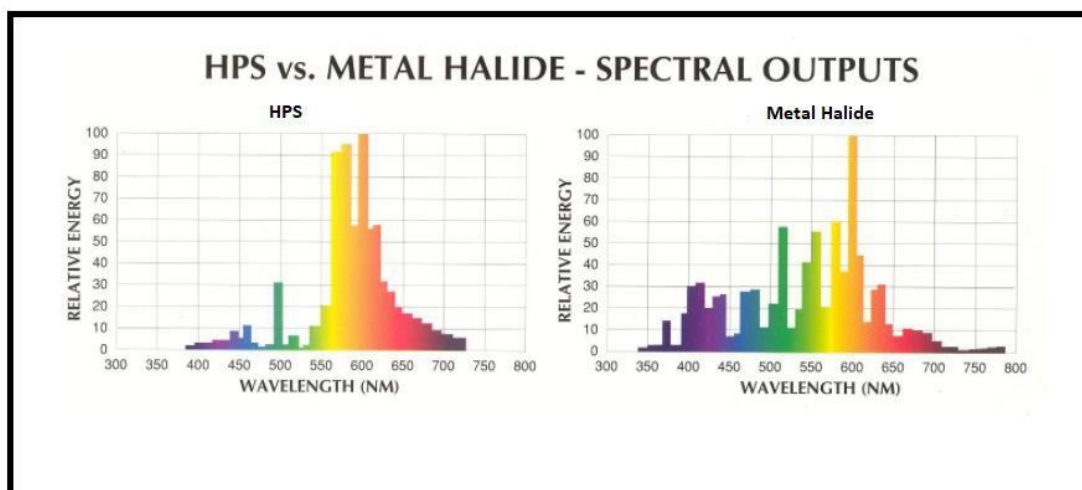
- Vysokotlaké sodíkové výbojky

Vysokotlaké sodíkové výbojky (angl. High Pressure Sodium Lights) – jeden z nejčastěji používaných a do nedávné doby i jeden z neúčinnějších druhů světelných zdrojů pro osvětlení rostlin v uzavřených prostorech. Fungují na základě svítivosti sodíkových výparů při průchodu elektrického výboje. Vyzařují světlo ve vlnových délkách 560–850 nm, to znamená že vyzařující světlo je více v červeném spektru. Tuto část světelného spektra rostliny využívají v generativní fázi růstu. Během vegetativního stadia způsobuje červené spektrum tvorbu tenkých stonků a zvětšuje vzdálenost mezi internodií.

Tento problém je zčásti vyřešen v sodíkových výbojkách s vyšším podílem modrého světla. Takové výbojky mohou být použity v obou fázích růstu, ale budou vhodné jenom pro kratší vegetativní stadium do 14 dnů (Mr. José, 2012).

- Halogenidové výbojky

Typ vysokotlakých výbojek, uvnitř kterých se do rtuťových výparů přidávají halogenidy některých kovů pro korekci spektrálních charakteristik (Halpeth, 2004). Vyznačují se zvýšeným množstvím modrého světla (400-500 nm) oproti sodíkovým výbojkám a tím pádem se více hodí pro fázi vegetativního růstu. V praxi jsou často vytlačovány sodíkovými výbojkami s širším spektrem, bez ohledu na to, že na trhu existují halogenidové výbojky s přidaným červeným spektrem kvůli jejich nižší efektivitě (Slabyhoudek, 2014).



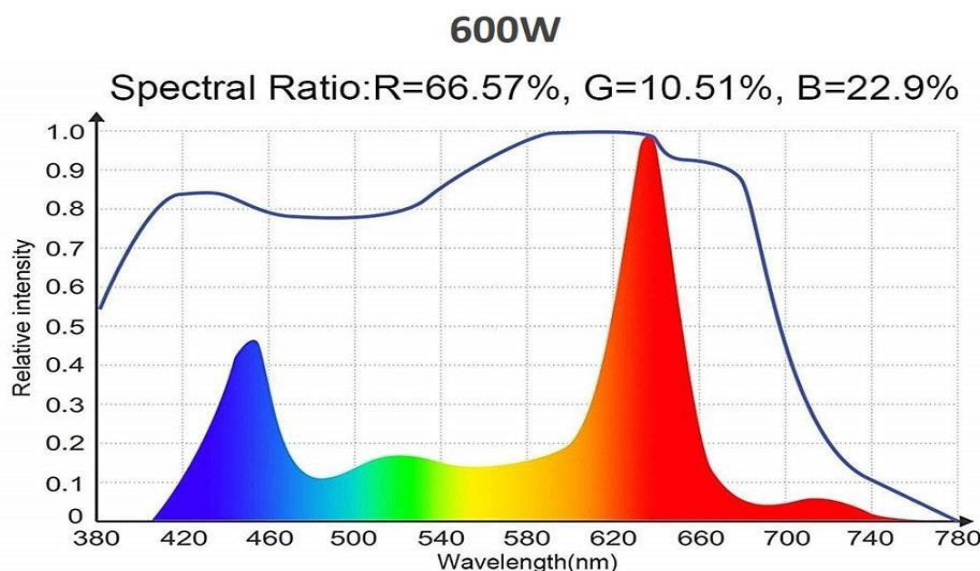
Obrázek 3: Porovnání vyzařovaného spektra sodíkové a halogenidové výbojky (Verdant Lodge, 2020).

Halogenidové a sodíkové výbojky potřebují ke svému nastartování vyšší napětí, než poskytuje proud 230 V, kvůli čemuž je nezbytné použití předřadníků, což nezaleží na výkonu spotřebiče. Předřadníky mohou být dvou typů – magnetický a elektronický

(digitální). Magnetický předřadník v porovnání s předřadníkem elektronickým je levnější, ale méně účinný a nelze ho regulovat – funguje jen na předem zadaný výkon (Texier, 2015).

- LED

LED – Light emitting diodes – technologie emitování světla pomocí diody. Novější pokroky v této technologii umožnili vyrábět efektivní a zářivé zdroje světla s velkou pracovní kapacitou pro pěstování rostlin. Velkou výhodou světelné diody je možnost emitovat světlo v přesně požadovaném spektru, což má pozitivní vliv na energetickou efektivnost. Na obrázku č. 4 pozorujeme přesně tenhle příklad: vyzařované světlo se nachází ve fotoaktivním spektru v rozmezí 400 a 700 nm s požadovanými kulminačními body v modré a červené části spektru.



Obrázek 4: Spektrogram 600W LED-svítidla. (Amazon, 2020)

LED-svítidla se rozlišují podle výkonu jednotlivé diody a podle spektra vyzařovaného světla. Vyrábějí se diody o výkonu 1 až 6 W, kdy v jednom LED modulu se množství diod pohybuje od několika desítek až do stovek kusů. Výsledný výkon LED-svítidel může dosahovat více než 1000 W (Dvořáček, 2009).

K výhodám tohoto druhu osvětlení patří nejenom jejich nastavitelnost vůči spektru, ale i snadné zapojení daného zařízení do sítě (nevyžaduje používání předřadníku, jako tomu je u vysokotlakých výbojek), nízká pracovní teplota (40-50 °C oproti 200-300 °C u sodíkových a halogenidových výbojek) a nízká spotřeba energie. Také můžeme přičíst to, že dioda nepotřebuje reflektor, protože posílá světlo jedním směrem (Haš, 2020).

- Jiné typy výbojek.

Zářivky (Fluorescent lamp) – uvnitř skleněné baňky elektrický výboj prochází mezi elektrody skrz výpary rtuti a pod vlivem elektrického proudu rtuť generuje ultrafialové záření. Na vnitřním povrchu baňky je nanesen luminofor, který transformuje ultrafialové záření na viditelné. Výhodou tohoto zdroje osvětlení je možnost měnit spektrální charakteristiky vyzařovaného světla volbou různých luminoforů.

Sírná plazmová lampa (Sulfur plasma lamp) – výbojka s širokým spektrem, kde světlo vyzařuje síra ve stavu plazmy. Mikrovlnné záření nahřívá baňku s inertním plynem a sírou do stavu plazmy. Baňka se rychle otáčí pro udržení plazmy ve stabilním stavu. Plazma vyzařuje světlo ve spektru podobném slunečnímu s nedostatečným množstvím modrého světla pro rostliny ve stadiu vegetace. Výbojka se hodně ohřívá, kvůli čemuž je ve výrobě nezbytné používat vysoce kvalitní sklo a zabránit zasažení prachovými částicemi. Také je vyžadováno používání kvalitní ventilace pro odvedení tepla.

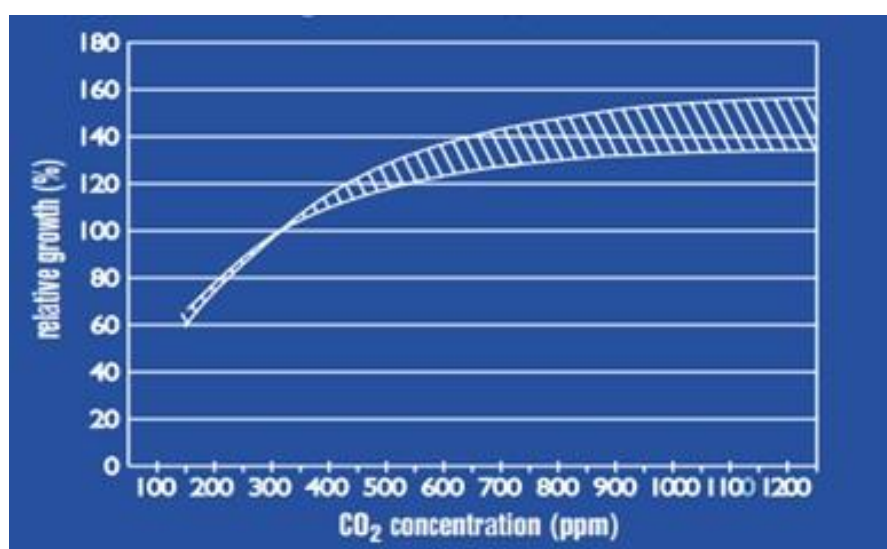
Indukční výbojka – princip fungování je založen na elektromagnetické indukci a plynovém výboji pro generaci viditelného světla. Hlavním rozdílem od výbojek je absence elektrody v konstrukci, což zvyšuje životnost a výkonnost výbojek. Jedná se o málo efektivní zdroj světla kvůli nízké maximální výkonnosti, která se rovná 500 W (Kujbin, 2014).

3.3.3. Ventilace

Většina z výše popsaných zdrojů světla převádí velkou část dodané energie v teplo, vysokotlaké výbojky se ohřívají na 300 až 400 °C. Pro odvádění takového množství tepla z pěstební místnosti a udržování potřebné teploty během dne, musí být prostor intenzivně větrán. Otvor pro přívod vzduchu by vždycky měl být situován v dolní polovině pěstírny a odvod naopak v horní, čímž se zajistí odvod teplého vzduchu, který se konvekčními silami posouvá nahoru. Teplotní optimum pro rostliny konopí je ve dne 24–28 °C a 16–18 °C v noci. V případě zvýšené koncentrace oxidu uhličitého v pěstebním prostředí stoupá snášlivá teplota do 30 °C (Texier, 2015).

Samozřejmě účelem ventilace je nejenom odvod horkého a přísun chladnějšího vzduchu. Výměnou vzduchu s okolím udržíme požadovanou koncentraci kyslíku a oxidu uhličitého v pěstební místnosti. Kyslík se vstřebává v průběhu procesu fotorespirace za přítomnosti světla. V pěstebním prostoru, kde se pravidelně větrá, rostliny konopí nikdy nebudou trpět nedostatkem vzdušného O₂. Oxid uhličitý je nezbytný v procesu fotosyntézy.

Hladina CO_2 rychle klesá v uzavřených prostorech bez přístupu čerstvého vzduchu nebo se špatně vybudovanou ventilací. Nízká koncentrace CO_2 ve vzduchu je jedním z hlavních vnějších faktorů, které způsobují zpomalení intenzity fotosyntézy, což vede ke zpomalení asimilace živin. Tím se následně sníží účinnost hnojiv a osvětlení (Lawlor, 2001). Naopak tomu je u zvýšených dávek oxidu uhličitého. Experimentálně byl zaznamenán nárůst výnosu skleníkových rajčat v Nizozemsku s přidáním většího množství CO_2 . Nárůst biomasy se zastaví při koncentraci vyšší než 1000 ppm, což je znázorněno na obrázku 5 (Nederhoff, 2004).



Obrázek 5: Závislost koncentrace CO_2 na nárůst biomasy. (Nederhoff, 2004).

Další důležitý faktor, který značně ovlivňuje celý průběh vývoje rostlin a souvisí s ventilací, je vlhkost. Dobře promyšlený systém ventilace je důležitým krokem pro zajištění stálé úrovně relativní vlhkosti (RH) v pěstírně během dne a v průběhu celého pěstebního cyklu. Je známo, že v závislosti na stadiu růstu vyžaduje konopí různé vlhkostní podmínky. Rozmezí relativní vlhkosti vzduchu v místnosti během celého pěstebního cyklu by se mělo pohybovat od 50 do 80 %. V průběhu prvních dní po vyklíčení semen, nebo v momentě zakořeňování řízků musíme udržovat hodnoty RH u vyšších hranic. Vysokou relativní vlhkost se doporučuje udržovat po celé vegetativní období, než se začnou tvořit květy. Naproti tomu je ve fázi generativní vysoká vlhkost nežádoucí, neboť může způsobit rozvoj plísní v květech.

Relativní vlhkost vzduchu je nepřímo úměrná teplotě – se stoupající teplotou klesá relativní vlhkost. To znamená, že při větrání pěstební místnosti v létě s přísunem teplejšího

vzduchu z okolí může dojít k poklesu RH. V zimě je tomu naopak: chladnější vzduch snižuje teplotu ve větraném prostoru a tím pádem se zvedne relativní vlhkost vzduchu. Také jsou patrné změny RH během dne při stmívání a rozsvícení. Náhlá změna RH v pěstebním prostředí je stresujícím faktorem a může způsobit pokroucení listů a tím zmenšit asimilační plochu, což negativně ovlivní množství a kvalitu vypěstovaného materiálu (Boulard et al, 2004). Kolísání RH lze omezit zabudováním zvlhčujících prvků do ventilace, které nasytí přiváděný vzduch. Také se často používají membránové zvlhčovače uvnitř pěstíren, které odpařují vodu z nádrží ve formě mlhy (Abdel-Ghany, 2006).

3.3.4. Pěstební systémy

Existuje celá řada pěstebních systémů (PS), ale ne všechny jsou stejně efektivní pro pěstování konopí. PS musí splňovat hlavní cíl – poskytovat podmínky pro zdravý a bezproblémový rozvoj kořenů. PS se navzájem odlišují původem pěstebních substrátů a způsobem dodání živin ke kořenům. Konopí pro léčebné využití se v převážné většině případů pěstuje hydroponicky anebo v půdním substrátu. Půdní substrát se skládá z materiálů organického a anorganického původu. Struktura a složení půdního substrátu by měli zajišťovat přístup vzduchu ke kořenům a zároveň dobře absorbovat vodu. Organické složky (humus, rašelina, vermikompost a jiné) obsahují zásobu živin pro počáteční rozvoj rostlin. Slouží mimo jiné k zadržování a rovnoměrnému rozdělení vláhy v substrátu (Cervantes, 2006). Pro dostatečnou aeraci se do substrátu přidávají nerozložitelné anorganické složky (například perlit nebo keramzit). Maximální obsah anorganických složek k zajištění aerace by neměl přesahovat 20 % (Mr. José, 2012).

Uspadnit přístup kyslíku ke kořenům a zároveň odstranit zbytečnou vláhu pomůžou textilní květináče (growbag) nebo plastové a perforované květináče (airpot).



Obrázek 6: Airpot (Air-Pot, 2020)



Obrázek 7: Growbag (Growcity, 2020)

Teplota půdního substrátu je dalším důležitým faktorem, který ovlivňuje rozvoj kořenů. Stoupaní teploty v půdním substrátu zrychluje chemické procesy a spotřebu živin. Největší chemická aktivita v půdě se projevuje při teplotě 18–24 °C. V příliš studeném substrátu se zpomaluje příjem živin a vody. V takovém případě hrozí nadměrné zalévání, které následně může vést k odumírání kořenů. V opačné situaci, když se teplota půdního substrátu zvedá nad 39 °C, nastává dehydratace kořenů. Za vyšších teplot rostlina uhynie. K přehřátí substrátu obvykle dochází v počátečních fázích růstu v malých květináčích, když zdroj světla, který vyzařuje velké množství teploty, je rozmístěn příliš blízko rostlinám. Kolísání teplot v půdním substrátu je stresujícím faktorem, který zpomaluje růst rostlin a tím se prodlužuje dozrávání a oddaluje následná sklizeň. Stejně to platí i pro živný roztok v hydroponických systémech.

Hydroponie – způsob pěstování rostlin v umělém prostředí v inertním substrátu, kde se výživa rostlin zajišťuje dodávaným roztokem, který obsahuje všechny nezbytné živiny.

Absence živin v inertním substrátu umožňuje přesně kontrolovat výživný režim. Díky snadnému přístupu živin ke kořenům neplýtvá rostlina energií k jejich příjmu, což pozitivně působí na tempo růstu nadzemních částí.

Hydroponické systémy můžeme rozdělit podle způsobu dodání roztoku rostlinám na dvě skupiny: aktivní a pasivní systémy. Pro přemísťování živného roztoku v pasivním systému se nepoužívá čerpadlo. Příkladem pasivní hydroponie je knotový systém. V tomto systému se nádoba s pěstebním médiem většinou umístí nad nádrž s roztokem. Nádoba se

substrátem a nádrž s roztokem jsou propojené látkovým knotem. Pomocí kapilárního efektu se živný roztok dostává přes knot do nádoby se substrátem. Tento jednoduchý systém obsahuje řadu nevýhod při pěstování konopí. Kvůli nekontrolovatelnému a neustálému zvlhčování substrátu dochází k omezení přísunu kyslíku ke kořenům, což negativně působí na rozvoj celé rostliny. Další nevýhodou je usazování solí na knotu, čímž se bude měnit pH roztoku. Z těchto důvodů efektivita pasivních systémů pro rychle rostoucí rostliny je zpravidla nižší než u systémů aktivních, kde se živný roztok dostává k rostlinám pomocí čerpadla (Taxier, 2015).

Mezi nejvíce používanými aktivními systémy patří:

- Flood and Drain – systém zaplavení a odvodnění. Jak vyplývá z názvu, funkce daného systému spočívá v periodickém zaplavení a odvodnění zóny kolem kořenů. Rostliny v kostkách rockwoolu nebo v květináčích jsou umístěny na vyvýšené ploše s vysokými okraji, která se zaplavuje živným roztokem. Nádrž s roztokem se nachází pod stolem s rostlinami. Po vypnutí čerpadla roztok samospádem se vrátí do nádrže.
- NTF (Nutrient Film Technique) – metoda živné vrstvy. Roztok se převádí do mírně nakloněné plochy s rostlinami a vytváří mělkou, pomalu tekoucí vrstvu, která dodává kořenům potřebné živiny a pak odtéká otvorem v dolní části zpět do nádrži. Cirkulace roztoku se realizuje 24 hodiny denně.
- Drip Systems – kapková závlaha. Rostliny se pěstují v květináčích na vyvýšené, mírně nakloněné ploše. Plocha je opatřena žlabem, kterým odtékají zbytky roztoku. Podél pěstební plochy vede hlavní trubice s tenkými bočními hadicemi, které se připevňují ke každé rostlině zvlášť. Rostliny se zavlažují malými dávkami (kapkami) roztoku s určitou frekvencí.

Substrát využívaný v hydroponii má odpovídat několika důležitým požadavkům pro úspěšné pěstování jakékoliv rostliny. Substrát v tomto systému slouží zejména jako nosič rostliny a pro uchycení a rozvoj kořenů. Musí mít pórovitou strukturu, umožňující nasakování živného roztoku a zároveň má zajišťovat potřebnou aeraci kořenů. Je velmi podstatné, aby byl substrát chemicky inertní a nereagoval s živným roztokem a neovlivňoval hodnoty pH.

Tyto účely splňuje celá řada organických a anorganických materiálů: keramzit, perlit, kokosové vlákno, rockwool (substrát vzniklý tepelnou úpravou vyvřelých hornin) a mnoho dalších (Cervantes, 2006).

3.3.5. Hnojení

Cílem hnojení je zajištění rostlin všemi nezbytnými výživnými prvky v nejvíce přijatelné formě během celého pěstebního cyklu a předcházení jejich předávkování. Spotřeba jednotlivých prvků se mění v závislosti na stádiu vývoje rostlin. V průběhu vegetativního stádia se rozvíjí kořenový systém a aktivně narůstá zelená hmota. V této fázi vývoje se používají hnojiva s větším obsahem dusíku. Jeho nedostatek způsobuje žloutnutí listů a zpomalení růstu rostlin. Dalším důležitým prvkem ve vegetativním období je draslík, který se podílí na zpevňování buněčných stěn. Nedostatek tohoto prvku se projevuje oslabením stonku a výskytem hnědých skvrn na listech. V generativní fázi růstu stoupá spotřeba fosforu. Fosfor je nezbytným prvkem pro formování květu. Jeho nedostatečné množství povede k opožděné sklizni a nižším výnosům. V posledních dvou týdnech pěstebního cyklu se doporučuje nedodávat žádná hnojiva a zalévat rostliny pouze vodou.

Pro efektivní vstřebávání živin je nezbytné udržovat pH půdního substrátu v rozmezí od 6,5 do 7. V hydroponických systémech by se mělo pH roztoku udržovat v intervalu 5,8–6,8.

Hodnota pH ovlivňuje příjem živin a působí na aktivitu některých bakterií, které zpřístupňují živiny pro rostliny, což je podstatné pro pěstování rostlin v půdním substrátu.

Pro hydroponické systémy je důležitým ukazatelem elektrická vodivost (EC – electrical conductance), která zobrazuje aktuální koncentraci živin v roztoku. Jednotkou elektrické vodivosti je siemens (S). Optimální hodnoty EC v roztoku pro hnojení rostlin konopí by se měli pohybovat v rozmezí 0,75–2,0 mS/cm. Kontrolou tohoto ukazatele lze stále udržovat potřebnou koncentraci živin v roztoku (Texier, 2015).

3.3.6. Sklizeň a sušení

Rostliny mají vlastnost shromažďovat minerální a organické látky dodané z hnojiv ve svých orgánech. Tyto látky ve větších koncentracích mohou ovlivnit chuť a vůni výsledného produktu. Proto je důležité nepřidávat hnojiva těsně před sklizní a zalévat rostliny čistou vodou. Harmonogram a objem závlahy se přitom nemění.

Hlavním faktorem určujícím čas dozrávání je genetika rostlin. Konopí seté (*Cannabis sativa* subsp. *sativa*) má obvykle mnohem delší dobu dozrávání, než konopí indické (*Cannabis sativa* subsp. *indica*). Každá hybridní odrůda je doprovázena informací o očekávané sklizni. Doba dozrávání každé odrůdy je pak závislá na konkrétních podmínkách poskytnutých v pěstebních prostorech a na složení půdního substrátu nebo živného roztoku. Zásadním příznakem zralosti u jednotlivých rostlin konopí je fyziologické stádium vývoje květenství: pestíky na květech přeměňují barvu z bílé na červeno-hnědou. Důležitým indikátorem je také stav trichomů – rostlina se nachází na vrcholu kvetení, když se barva trichomů mění z průhledné na zakaleně bílou. Poté se trichomy stávají žluto-jantarovými a sklízet se doporučuje, když je jich více než 25 % (Cervantes, 2006).



Obrázek 8: Trichomy před sklizní (The Leaf Online, 2014)

Sklizí se ručně, rostliny se odřezávají těsně nad povrchem substrátu, pak se otáčejí a zavěšují se v celku nebo rozdělené na jednotlivé větve. Pro získání kvalitního materiálu se konopí nesmí usušit rychle. Uvnitř seříznutých rostlin stále probíhá cirkulace vody a živin. Květenství se musí zbavovat vláhy postupně a rovnoměrně. V případě rychlého vysychání povrchových buněk se uzavřou průduchy na listech a tím se zamezí odpařování vody. Při procesu sušení rostlina ztratí více než 75 % váhy čerstvé hmoty.

Místo pro sušení rostlin musí být bez přístupu světla, s teplotou 18 až 22 °C a s relativní vzdušnou vlhkostí 45–55 %. Za vyšších teplot a nízké vlhkosti rostlina vyschne příliš rychle. Naopak ve studené a vlhké místnosti existuje riziko vzniku plísní nebo

hniloby. Sklizený a vysušený materiál se má skladovat temném a chladném místě (Adams, 2012).

3.3.7. Choroby a škůdci

Choroby rostlin konopí lze rozdělit na několik základních typů podle původu jejich vzniku:

- Choroby bakteriálního původu – projevují se výskytem skvrn a specifického šedého povlaku na listech, způsobují hniloby a lámání stonků.
- Virové choroby. V podmínkách indoor pěstování se virové choroby šíří hmyzem a infikovaným rozmnožovacím materiálem. Také virové choroby mohou být přenášeny nářadím při kontaktu s kontaminovanou rostlinou. Typickými symptomy jsou oslabený růst, skvrny na listech a stoncích, zežloutnutí a snížený výnos.
- Houbové choroby. Nakažení houbovými chorobami prostřednictvím spor, které jsou stále přítomny ve vzduchu. Pro svůj vývoj vyžadují vysokou relativní vlhkost vzduchu (více 80 %) v kombinaci s nižšími teplotami (15 °C). Prvními symptomy jsou zpomalení růstu a vznik bílého povlaku na listech (Adams, 2012).
- Choroby abiotického původu. Základními příčinami výskytu daných chorob jsou náhlé změny v pěstebním prostředí, jako například nadbytek nebo nedostatek živin, kolísání teplot, vzdušné vlhkosti atd. Často se podobné choroby projevují v důsledku špatně nastavené závlahy: hojná závlaha může vyvolat vznik plísní, nedostatečná závlaha způsobuje oslabení a zavadání rostlin (Cervantes, 2006).

Přítomnost škůdců v pěstebních prostorách značně ovlivňuje kvalitu sklizně a je ukazatelem nedodržování preventivních opatření a hygieny. Také škůdci přenášejí virové onemocnění a spory patogenních hub.

- Mšice. Velmi nebezpečný hmyz pro pěstování konopí v indoor podmínkách. Tento hmyz osazuje větve a spodní strany listů. Velmi rychle se rozmnožuje a vytváří kolonie. Mšice se živí vysáváním tekutin z rostliny, čímž jí výrazně oslabují. Také jsou významným vektorem šíření virových onemocnění. Další škody způsobují vylučováním svých

metabolitů, které jsou dobrým substrátem pro rozvoj houbových chorob (Taxier, 2015).

- Svilušky. Velice drobný (0,5 mm), rychle se množící roztoč, který dokáže značně poškodit rostliny. Usazují se na spodní straně listů. Prvním příznakem napadení jsou bílé nebo žluté skvrny na povrchu listů. Objevení pavučiny signalizuje o vysoké úrovni napadení. Proti sviluškám se využívají akaricidy. Také je důležité sterilizovat napouštěcí stoly nebo podložky květináčů. Zároveň se musí intenzivněji větrat v pěstební místnosti (Sullivan, 2017).
- Molice. Je to drobný, bílý, okřídlený hmyz o velikosti 1,5-3 mm. Živí se rostlinnými šťávami ze spodní strany listů, které pak uvadají a zčernávají. Molice je významným vektorem šíření virů a saprofytických hub. Jako preventivní opatření se doporučuje fumigace celé pěstírny (Hoddle et al., 1998).

Pro zamezení výskytu škůdců pěstitel musí nějakým způsobem monitorovat jejich přítomnost. Pro tyto účely se používají žluté a modré lepové destičky. Také je důležité včas odstraňovat napadené části a v některých případech i celou rostlinu. Práce s napadenou rostlinou se musí provádět odděleně od zdravých.

Důležitým senzoryckým ukazatelem zdraví rostlin je stav listů, na kterých se projevují první symptomy nákazy. Podle typu deformace lze zjistit i původ nemoci. Při výskytu jediné napadené rostliny hrozí šíření nemoci v celém pěstebním prostoru, což může vyvolat uhynutí celého porostu. Používání chemických přípravků určených k hubení škůdců, plísní nebo bakterií je ne vždy umožněno, obzvláště v pozdních fázích růstu, což může kontaminovat sklizený materiál. Kvůli tomu se boj proti nemocím a škůdcům provádí preventivně a hlavní úlohou pěstitele je zamezení možných cest proniknutí patogenů. Zásadní roli tedy hraje udržování hygieny v pěstebním prostoru a zabezpečení správné pěstitelské praxe (McPartland et al, 2000).

3.4. Kanabinoidy

Kanabinoidy jsou významné aktivní sloučeniny, které se přirozeně vyskytují v rostlinách čeledi *Cannabaceae*. Rostlinné kanabinoidy se také nazývají fytoKANABINOIDY. V dnešní době k pojmu kanabinoidy patří také látky syntetického původu, které mají podobnou strukturu a farmakologické účinky jako u rostlinných kanabinoidů. Psychotropní efekt konopí zajišťuje jeden z nejvýznamnějších kanabinoidů – Δ^9 -tetrahydrokanabinol (THC), který je schopen selektivně se vázat na určité struktury v mozku nazývané kanabinoidními receptory.

Květenství a listy konopí obsahují více než 100 různých kanabinoidů (Borgelt et al, 2013). V rostlinách jsou kanabinoidy přítomné ve formě kyselin obsahující karboxylové skupiny v poloze 2 fenolové části molekuly. Předchůdcem všech rostlinných kanabinoidů je kanabigerolová kyselina, která se pomocí specifických fermentů přeměňuje na kyselinu kanabichromenovou, kanabidiolovou a tetrahydrokanabinolovou. Tyto tři kyseliny jsou hlavními kanabinoidy, protože jejich vznik je geneticky podmíněn. Vlivem dekarboxylace z daných kyselin vznikají volné kanabinoidy – kanabichromen, kanabidiol a Δ^9 tetrahydrokanabinol. Další kanabinoidy vznikají degradací těchto základních kanabinoidů.

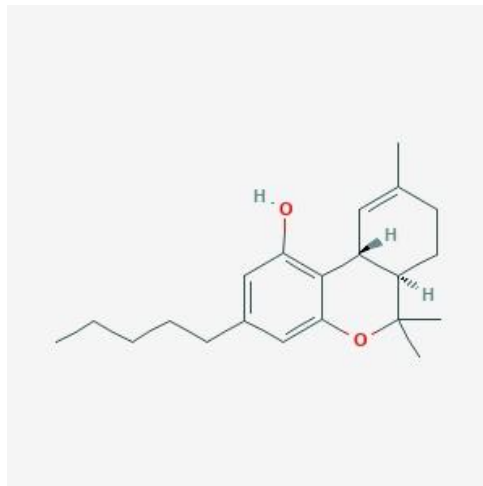
V průběhu svého vývoje v rostlinách konopí převládají kanabidioly (CBD) a tetrahydrokanabinoly (THC). Během stárnutí rostliny a u skladovaných léčebných přípravků rostlinného původu se Δ^9 -tetrahydrokanabinol transformuje na kanabinol (CBN).

Všechny kanabinoidy jsou lipofilními sloučeninami. V lidském organismu se shromažďují ve tkáních bohatých na lipidy (v mozku, plicích, vnitřních pohlavních orgánech) odkud se postupně dostávají do krevního oběhu. Omamný efekt je výsledkem komplexních interakcí všech kanabinoidů, ale ne každý má psychotropní vlastností (Champagne et Boutry, 2016).

3.4.1. THC

Δ^9 -tetrahydrokanabinol je jedním z nejvýznamnějších kanabinoidů. Je obsažen v květenstvích a listech konopí. částečně se nachází ve formě izomerů Δ^8 -tetrahydrokanabinolu a Δ^9 -tetrahydrokanabivarinu. Za nízkých teplot je to tuhá látka, zatímco při vyšších teplotách stává vazkým a lepivým. THC je špatně rozpustný ve vodě, ale je dobře rozpustný ve většině organických rozpouštědlech.

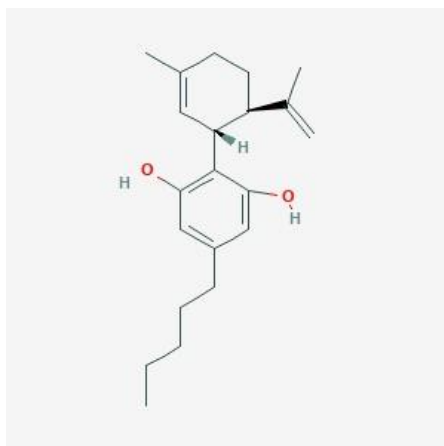
THC se v organismu váže na kanabinoidní receptory a imituje vlastnosti endokanabinoidů. Tyto receptory se ve velkém množství vyskytují v mozkové kůře, mozečku a v bazálních gangliích a souvisejí s procesy myšlení, paměti, pohybu, emocí, koordinace a koncentrace. Příčina, proč má THC větší vliv na kanabinoidní receptory než jiné kanabinoidy, spočívá v jeho specifické molekulární struktuře, která se podobá struktuře endokanabinoidu anandamidu (Dussy et al., 2005).



Obrázek 9: Strukturální vzorec tetrahydrokanabinolu (Pub Chem, 2020)

3.4.2. CBD

Kanabidiol je druhý nejvýznamnější kanabinoid, chemicky velmi příbuzný THC (má stejnou molekulovou hmotnost), liší se přítomností třetí cyklické vazby. Byl poprvé syntetizován v roce 1963 (Mechoulam et al, 1963). Léčebné využití je podmíněno jeho antipyretickými a protizánětlivými vlastnostmi. Kromě toho CBD snižuje negativní vlivy THC na organismus. Kanabidiol není psychoaktivní, nicméně podle výzkumu na zvířatech se ukázalo, že současné užívání CBD a THC zvyšuje efekty tetrahydrokanabolu (Klein et al, 2011). CBD také provádí zápornou regulaci na neuspořádané myšlení a úzkostní stavy (Zuardi et al, 2006).



Obrázek 10: strukturalní vzorec kanabidiolu (Pub Chem, 2020)

3.4.3. Ostatní významné kanabinoidy

- Kanabigerol (CBG) – nepsychoaktivní kanabinoid. Obsah CBG je větší u technických odrůd s nižším obsahem THC. Kanabigerol vzniká dekarboxylací kyseliny kanabigerolové. Podle studie z roku 2014 byla potvrzena schopnost CBG inhibovat nádorové bujení u některých typů rakovin (Borelli et al, 2014).
- Kanabichromen (CBC) – kanabinoid, u kterého byly objeveny protirakovinné účinky. Používá se proti nespavosti a podporuje chuť k jídlu. (Zygmunt et al, 2002).
- Kanabinol (CBN) – je metabolitem Δ^9 -tetrahydrokanabinolu se slabými psychoaktivními účinky. V rostlinách je obsažen v malém množství (do 1 %). Účinkuje jako slabý agonista vůči receptoru CB₁ a je vysoce afinitní vůči receptoru CB₂ (Colbert, 2014).
- Tetrahydrokanabinolová kyselina (THCA) je prekursorem THC. Koncentrace v rostlinách je nízká a hned po sklizni se vlivem tepla přeměňuje na THC. Stejně jako ostatní významné kanabinoidy THCA má protirakovinné účinky (Petrocellis, L. et al, 2013).
- Tetrahydrokanabivarin (THCV). Průměrná koncentrace tohoto kanabinoidu nepřesahuje 0,5 %. Má protizánětlivé účinky a využívá se při léčbě obezity (Romancova et al., 2006)

3.5. Terpenoidy

Terpenoidy jsou organickými látkami, které vznikají oxidací terpenů. Jsou základními složkami vůně. Májí insekticidní vlastnosti. V porovnání s ostatními organickými sloučeninami jsou terpenoidy vysoce labilní, snadno podléhají izomeraci, cyklizaci a polymerizaci. Izomerizace a transformace probíhá pod vlivem světla, oxidací, vodní parou atd. Terpenoidy se aktivně zúčastňují v metabolických procesech rostlin. Jsou klíčovými přechodnými produkty v biosyntéze hormonů, cholesterolu, fermentů a některých vitaminů. Rostlinné terpenoidy mají široké spektrum biologických účinků pro člověka a kvůli tomu představují zájem pro hledání nových léčebných přípravků (Carlini et Karniol, 1974).

Zde jsou uvedeny nejvíce zastoupené terpenoidy v různých odrůdách konopí a jejich terapeutické vlastnosti:

- Myrcen – je nejpopulárnějším monoterpenem. Také je obsažen v bobkovém listu, citrusových olejích, eukalyptu a dalších rostlinách. Pomáhá uvolnění svalů a hlubokému spánku. Myrcen zvedá psychoaktivní efekt konopí, má protizánětlivé a anestetické účinky (Russo, 2011).
- α -pinen – vyskytuje se také v jehličnanech, bazalce, rozmarýnu, kopru a petrželi. Je přirozeným antiseptikem a používá se k léčbě astmatu.
- Limonen – má antibakteriální a protirakovinné účinky. Používá se k léčbě depresí a gastroenterologických poruch.
- Trans-karyofylen – kromě konopí je obsažen v černém pepři, hřebíčku a bavlně. U karyofyleny byly popsány protizánětlivé vlastnosti. Používá se k léčbě autoimunitních chorob, artritidy a žaludečních vředů.
- Linalool – během studií byly objeveny baktericidní, uklidňující a antispastické účinky (Burdon et al, 2018; Elisabetsky et al, 1995).

3.6. Endokanabinoidní systém

Odhalení endokanabinoidního systému začalo objevem a izolováním prvních kanabinoidů a následně i receptorů (CB₁, CB₂), které reagují s těmito látkami. Receptory CB₁ jsou přítomny po celém těle s nejvyšší koncentrací v míše a mozku. Receptory CB₁ v hypothalamu regulují metabolismus, také jsou obsazeny v nervových zakončeních. Receptory CB₂ jsou stejně přítomny po celém organismu, ale jsou nejvíce soustředěny v periferní nervové soustavě. To znamená, že tyto receptory regulují funkci orgánů a svalové pohyby. Kromě toho receptory CB₂ ovlivňují funkce imunitního systému.

Po objevu receptorů vědci začali zkoumat ligandy endogenního původu, tzv. endokanabinoidy. Endokanabinoidy jsou endogenní neuromediátory, které vstupují do reakce s kanabinoidními receptory. Všechny známé endokanabinoidy jsou acyklickými sloučeninami a deriváty kyseliny arachidonové. Nejvíce významnými jsou anandamid a 2-arachidonoylglycerol (2-AG). První kanabinoidní ligand anandamid byl objeven v roce 1992. Po třech letech byl objeven další endokanabinoid 2-AG (Hanuš, 2009).

Anandamid a 2-AG jsou zásadními messengery endokanabinoidního systému. Tyto důležité neurotransmitery spolupůsobí s odpovídajícími receptory po celém těle pro splňování početných funkcí. Anandamid má klíčovou roli v regulaci nálady a emocí. Nízká hladina anandamidu souvisí s depresí, neklidem a schizofrenií. Léky využívané k léčbě chronických bolestí a depresí zvyšují výrobu anandamidu nebo blokují fermenty, které ho rozštěpují.

2-arachidonoylglycerol (2-AG), podobně jako anandamid, má podstatnou úlohu v regulaci nálady, emocí a vnímání bolesti. Také hraje podstatnou roli v reprodukčním zdraví a regulaci spánkového cyklu. Další důležitou funkcí je redukce zánětů (Šulcova, 2015).

3.7. Léčivé účinky konopí

Výzkumy prováděné v posledních desetiletích přivedli k syntéze agonistů a antagonistů kanabinoidních receptorů – sloučenin, které blokují membránovou transportaci endokanabinoidů a také selektivních inhibitorů metabolismu. V současné době se v klinické praxi již využívají agonisté receptorů CB₁/CB₂ pro zklidnění bolesti, stimulaci chuti k jídlu a jako antiemetikum. Antagonisté vůči receptorům CB₁, kteří nemají psychoaktivní účinky se používají k léčbě metabolického syndromu a obezity. Mnohé aspekty biologických efektů endokanabinoidního systému byly prozkoumány díky objevu rimonabantu, prvního syntetického antagonistu kanabinoidního receptoru typu 1 (CB₁). V klinické praxi se tento přípravek také využívá jako prevence kardiovaskulárních chorob (Hanuš, 2009).

Messengery, které produkuje organismus pro interakci s endokanabinoidními receptory se syntetizují lokálně, podle potřeb organismu, ale rychle se rozkládají pomocí fermentů. V ideálním případě náš organismus produkuje všechny endokanabinoidy nezbytné pro normální funkčnost daného systému. Ale pod vlivem stresu, traumat a nemocí může poptávka po endokanabinoidech přesahovat její nabídku. V takové situaci může být narušena funkčnost metabolických procesů. To vysvětluje, proč bilance endokanabinoidního systému je tak důležitá pro zdraví (Matsuda et al., 1990).

Široké zastoupení endokanabinoidního signálního systému po celém organismu a jeho role v řízení mnoha cerebrálních a jiných fyziologických funkcí otevírá unikátní možnosti použití kanabinoidů pro léčebné účely. Léčebné účinky jsou závislé na konkrétních kanabinoidech a jejich synergii (Hanuš, 2012). Při zkoušení přípravku proti epilepsii na základě CBD (Epidiolex) byl zaznamenán pokles záchvatů do 42 %, ve srovnání s kontrolní skupinou, kde daný ukazatel byl na úrovni 17 %. Tento přípravek neobsahuje THC a může být předepisován pro děti starší 2 let (Russo, 2003).

V tomto seznamu jsou některé z dalších poruch a nemocí, které se dají léčit přípravkami z konopí:

- Roztroušená skleróza
- Léčení závislostí na opiátech (Hurd et al, 2015)
- Léčba chronických bolestí
- Povzbuzování chuti k jídlu
- Glaukom
- Inhibice rakovinných buněk a další (Nikan et al., 2016)

4. Metodologie

4.1. Pěstování rostlin

V pěstební místnosti o rozloze 15 m² bylo kultivováno 10 genotypů konopí. Rostliny byly pěstovány v hydroponickém Drip-systému. Jako inertní substrát byl použit materiál mapito (směs pěnové vlny a pěnových vloček).

Teplota v pěstební místnosti byla udržovaná v rozmezí 22 až 26 °C. Relativní vlhkost vzduchu se měnila podle vývojového stádia rostlin a pohybovala se mezi 40–70 %. Ventilace (a také teplota a vlhkost vzduchu) byla řízena systémem Opticlimate (Opticlimate, Nizozemsko).

Osvětlení poskytoval systém DimLux (GlobalGarden, USA), s vysoce výkonnými výbojkami (1000 W). Tento systém byl propojen se systémem Opticlimate.

Hladina oxidu uhličitého v pěstební místnosti byla udržovaná v rozmezí 400–700 ppm v závislosti na velikosti rostlin a jejich vývojovém stadiu.

Sklizeň byla provedená ručně. Sklizené rostliny byly sušeny v té samé místnosti bez přístupu světla při relativní vlhkosti vzduchu 50 %.

4.1.1. Výživa

Výživa byla zajištěna přípravky od firmy Plagron (Nizozemsko). Dávkování se řídilo doporučením od výrobce (Obr. 11).

WEEK ▶	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PHASE ▶	grow	grow	bloom	bloom	bloom	bloom	bloom	bloom	bloom	bloom	harvest
euro pebbles. euro foam.											
hydro a. ▶	10 ml	10 ml	12 ml	14 ml	16 ml	16 ml	16 ml	16 ml	16 ml	16 ml	only water
hydro b. ▶	10 ml	10 ml	12 ml	14 ml	16 ml	16 ml	16 ml	16 ml	16 ml	16 ml	only water
EC-value ▶	1,6	1,6	1,8	2,0	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	only water
advised additives (UNIVERSAL)											
power roots. ▶	10 ml	10 ml	10 ml	10 ml	10 ml	-	-	-	-	-	only water
pure enzym. ▶	10 ml	10 ml	10 ml	10 ml	10 ml	-	-	-	-	-	only water
green sensation. ▶	-	-	-	-	-	10 ml	10 ml	10 ml	10 ml	10 ml	only water

Add dose per 10 litre of water pH: 5.5 - 6.0

Obrázek 11: Technologická příručka pro použití hnojiv (Plagron.com, 2020)

4.2. Výchozí genetika

V této studii bylo použito 10 genotypů s odlišnými obsahy hlavních kanabinoidů a výrobcem proklamovanou velikostí sklizně. Dané genotypy by měli obsahem THC a CBD odpovídat platné české legislativě. Jsou vyšlechtěné světově známými semennými bankami, což by mělo zaručit jejich stabilitu.

Tabulka 1: Použité genotypy konopí

Genotyp	Šlechtitel	Rodokmen	Sativa/Indika	Délka vegetace	Obsah THC/CBD (%)
Critical 2+	Dinafem seeds	Critical + x Critical +	30/70	45-50 dní	17-22 / 0,01-0,2
Critical Hog	T.H. Seeds	The Hog x Critical Mass	převážně indika	8 týdnů	16,5-20 / < 1
Cheese	Dinafem seeds	Old Skunk 1 x Afgani	40/60	50-60 dní	9-14 / < 1
Gorilla Glue	Fair seeds	Chem's Sister x Sour Dubb x Chocolate Diesel	50/50	7-9 týdnů	20 / < 1
Granddaddy Purple	Blimburn	Purple Urkle x Big Bud	převážně indika	7-9 týdnů	17,5 / < 1
Green Poison	Sweet seeds	Green Poison x Green Poison	30/70	6 týdnů	15-20 / 0,5
Forbidden fruit	Fair seeds	Cherry Pie x Tangie	40/60	55-65 dní	15,5 / < 1
Chocolope	Fair seeds	OG Chocolate Thai x Cannalope Haze	95/5	9 týdnů	16 / < 1
Mango Sapphire	Humboldt Seed Organisation	Bubba's Gift x OG/Afghan X	15/85	50-55 dní	21-23 / 0,1
Tangie	Fair seeds	California Orange x Skunk	převážně sativa	7-9 týdnů	14-19 / < 1

<https://www.Dinafem.com/>; <https://www.thseeds.com/>; <https://www.Fairseeds.cz/>;

<https://www.Blimburnseeds.com/>;

<https://www.Sweetseeds.com/>;

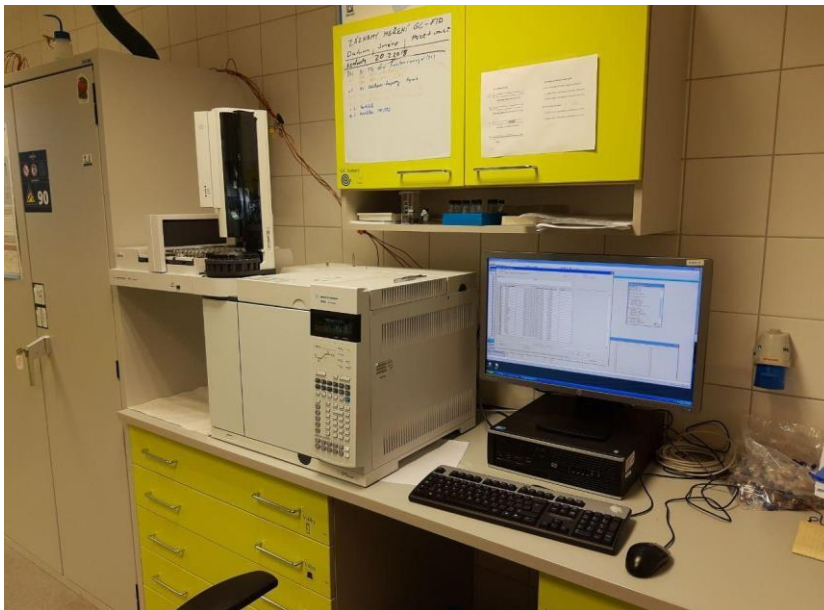
<https://www.humboldtseeds.net/>

4.3. Kvalitativní analýza kanabinoidů

Vzorky byly homogenizovány pomocí elektrického mlýnku (Concept/Valentino – KM 5001) na velikost částic cca 2 mm (Obr. 12). Do 20 ml vialek bylo naváženo 100 mg homogenizovaných vzorků. Vzorky byly extrahovány v 10 ml 96% ethanolu s vnitřním standardem tribenzylaminem (TBA) o koncentraci 0,5 mg TBA/1 ml 96% ethanolu. Vialky s připraveným roztokem byly ponořeny do ultrazvukové lázně na 15 minut. Následně bylo odpipetováno 500 μ l roztoku do 2 ml vialek. Roztok v těchto vialkách podléhal dekarboxylaci na 12 min při teplotě 130 °C. Dalším krokem bylo přidání 1,5 ml 96% ethanolu do stejných vialek s dekarboxylovaným roztokem. Pro přípravu kalibrační řady byly použity standardy: 1 mg Δ^9 -THC/ml methanolu, 1 mg CBD/ml methanolu a jako interní standard byl použit tribenzylamin (TBA) o koncentraci 0,5 mg/ml ethanolu (Sigma-Aldrich, ČR). Pro Δ^9 -THC byla kalibrační řada připravena v koncentracích 0,1 – 20 % a pro CBD v koncentracích 0,1 – 10 % (UNODC, 2009). Vzorky byly připraveny ve třech opakováních a pomocí plynového chromatografu Agilent Technologies 6890N (Palo Alto, USA) byly analyzovány obsahy hlavních kanabinoidů na 12 min při teplotě 130 °C. Dalším krokem bylo přidání 1,5 ml 96% ethanolu do stejných vialek s dekarboxylovaným roztokem. Pro přípravu kalibrační řady byly použity standardy: 1 mg Δ^9 -THC/ml methanolu, 1 mg CBD/ml methanolu a jako interní standard byl použit tribenzylamin (TBA) o koncentraci 0,5 mg/ml ethanolu (Sigma-Aldrich, ČR). Pro Δ^9 -THC byla kalibrační řada připravena v koncentracích 0,1 – 20 % a pro CBD v koncentracích 0,1 – 10 % (UNODC, 2009). Vzorky byly připraveny ve třech opakováních pomocí plynového chromatografu Agilent Technologies 6890N (Palo Alto, USA) byly analyzovány obsahy hlavních kanabinoidů (Obr. 13).



Obrázek 12: Vzorky konopí před homogenizací (Autor, 2020)



Obrázek 13: Plynový chromatograf (Autor, 2020)

4.4. Statistika.

Pro stanovení případného vlivu typu květináčů na obsah hlavních kanabinoidů u vypěstovaných rostlin konopí setého a pro vzájemné porovnání jednotlivých odrůd z hlediska obsahu kanabinoidů byl použit program Statistika 12, kde pomocí Tukeyho testu a testu ANOVA byly porovnávány výsledky měření THC a CBD u vzorků. Tukey test porovnává typ květináče na obsah kanabinoidů, opakování jsou tvořena 10 odrůdami (tři odebrané vzorky z každé odrůdy), tzn. 30 pozorování. Výstupy z programu a jejich interpretace jsou zobrazeny v další kapitole.

5. Výsledky a diskuse.

Průměrný výnos, sušeného květenství u variant s použitím airpot-květináčů, byl 48,1 gramů na jednu rostlinu a 38,1 gramů na rostlinu u variant s klasickými květináči (Tabulka č. 2).

Tabulka 2: Výnosy sušených květenství

	Pot (g)	Airpot (g)
Critical 2+	32,5	21
Critical Hog	46,25	45,4
Forbidden Fruit	52,25	36,4
Gorilla Glue	58	72,6
Granddaddy Purple	31	38
Green Poison	40	58
Chees	9	32
Chocolope	50	46,6
Mango Sapphire	37,2	29,4
Tangie	41,2	39
Celkem	381	481

Výnosnost těchto genotypů lze porovnávat s výsledky několika výzkumů, kde rostliny byly pěstovány v podobných podmínkách. Ve výzkumu z roku 1995, při pěstování rostlin v indoor podmínkách s použitím zdrojů světla o výkonnosti 1000 W, byl zjištěn průměrný výnos sušeného květenství 22 gramů na jednu rostlinu (Huizer et Poortman-van der Meer, 1995). V novější studii z roku 2012, byl posouzen vliv výkonnosti zdrojů světla na výnos sušeného květenství u 7 genotypů konopí (Early Pearl, Hindu Kush, Super Skunk, White Widow, Wappa, White Berry a G1). Střední výnos u variant s použitím výbojky o výkonnosti 1000 W byl 31 g/rostlina (Potter *et* Duncombe, 2012).

Na základě předpokladu o tom, že airpot-květináče zajišťují lepší aeraci kořenů než květináče klasické, lze vysvětlit dosažení vyšších výnosů a obsahů hlavních kanabinoidů. Avšak největší vliv na tyto parametry podle Adamse (2012) má množství dodané světelné energie v požadovaném spektru. Ve studii z roku 2010 vliv světla, v porovnání s ostatními faktory, měl také největší podíl na obsahu kanabinoidů a výnosu sušeného květenství (Knight et. al., 2010). Lze také dodat, že množství světelné energie a množství rostlin na jednotku plochy mají větší vliv na výnos sušeného květenství než genotyp. Na druhou stranu genotyp má podstatný vliv na obsah a složení hlavních kanabinoidů (Vanhove et al., 2011; Toonen et al., 2006).

Ve studii z roku 2015 byl sledován vliv fotosyntézy a evaporace na obsah hlavních kanabinoidů u 4 genotypů (HPM, K2, MX a W1). Bylo stanoveno, že se zvětšením dodané světelné energie roste intenzita evapotranspiraci, se kterou se zvedá i rychlost výměny plynů kolem kořenů (Chandra et. al., 2015). V Číně v roce 2019 byl posouzen vliv aerace kořenů na výnosové parametry rajčat. V tomto výzkumu u rostlin s nejlepší aeraci byl zaznamenán statisticky významný nárůst objemů a váhy kořenů. Se zvětšující aeraci byl také zaznamenán nárůst chlorofylu v listech (Li et. al., 2019).

Při porovnání výnosu zelené hmoty u technické odrůdy konopí setého vypěstovaného ve substrátech s různou strukturou (lehké, střední a těžké půdy) se projevil nárůst biomasy ve variantách, kde struktura substrátu obsahovala větší množství pórů a zřejmě měla lepší aeraci (Amaducci et. al., 2008).

V následujících tabulkách jsou zobrazeny výstupy z programu Statistika 12, znázorňující vztahy mezi obsahem kanabinoidů a typem květináčů, použitých během pěstování.

Ve všech dalších tabulkách hvězdičky ve sloupcích pod sebou označují průměry, které mezi sebou nejsou průkazné.

Tabulka 3: Porovnání typu květináčů na obsah CBD.

Varianta	Proměnná CBD (%)	
pot	0,534565	****
airpot	0,598928	****

Tukeyův HSD test; proměnná CBD %; Homogenní skupiny, alfa = 0,05000 Chyba: meziskup. PČ = 0,03874, sv = 58,000

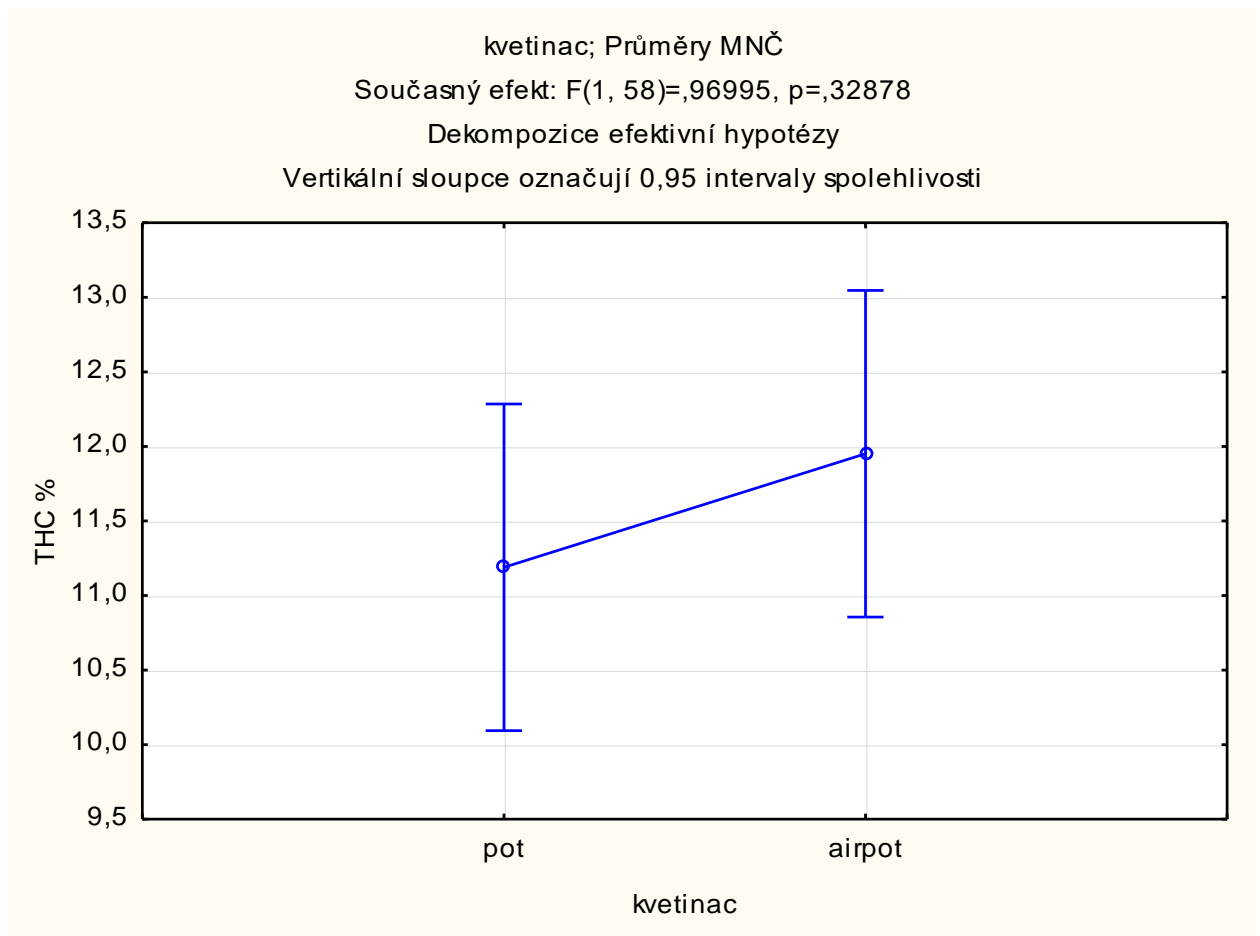
Tabulka 4: Porovnání typu květináčů na obsah THC.

Varianta	Proměnná THC (%)	
pot	11,18917	****

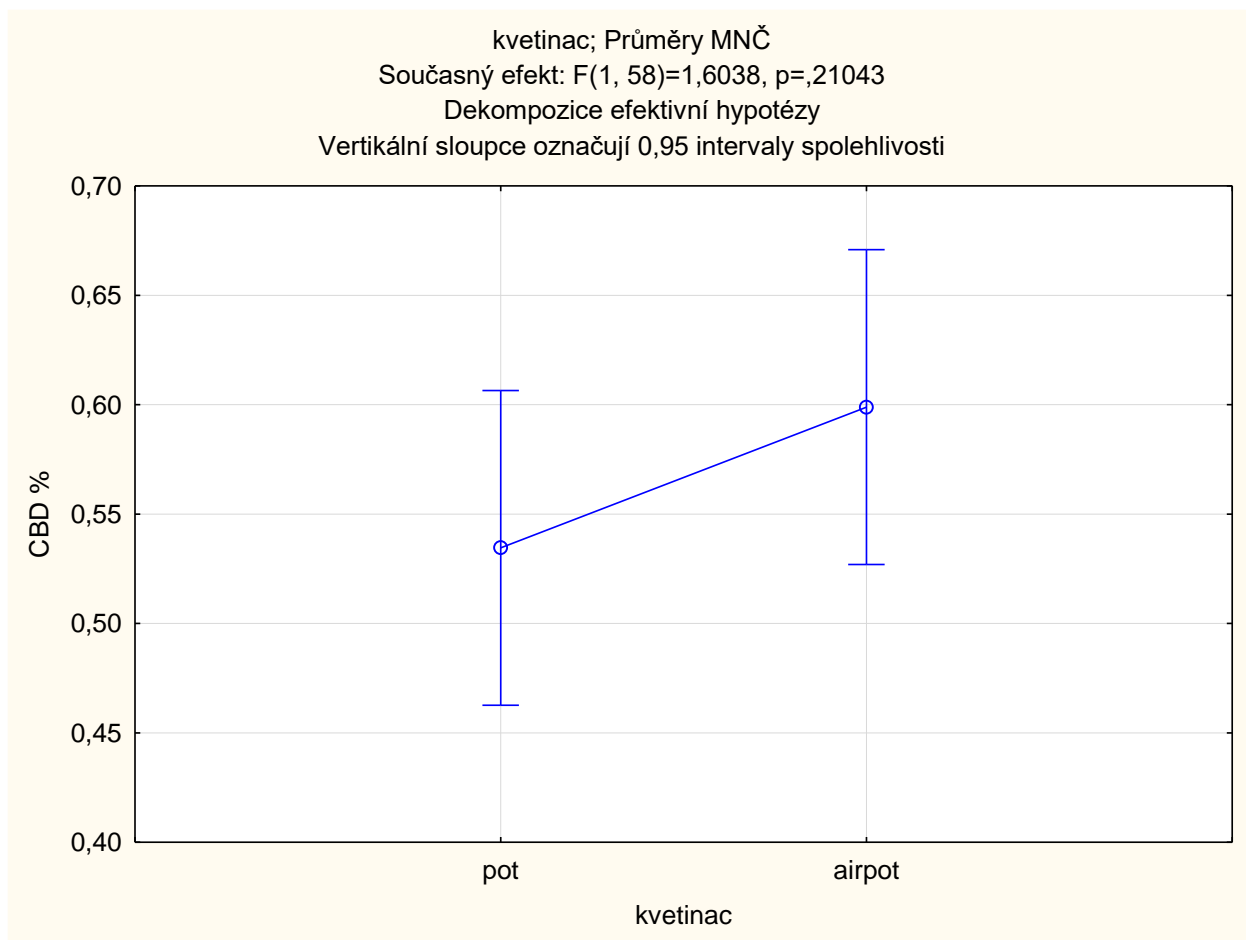
airpot	11,95131	****
--------	----------	------

Tukeyův HSD test; proměnná THC %; Homogenní skupiny, alfa = 0,05000 Chyba: meziskup. PČ = 0,03874, sv = 58,000

Z těchto dat lze konstatovat, že obsahy sledovaných kanabinoidů nebyly závislé na typu použitých květináčů, nebyl tedy zaznamenán statisticky významný rozdíl mezi sledovanými znaky. Ale zároveň při nahlédnutí na obrázcích 14. a 15. výsledky naznačují trend ke zvětšení obsahu obou sledovaných kanabinoidů při pěstování rostlin v airpot-květináčích.



Obrázek 14: Graf znázorňující působení typu květináče na obsah THC. ANOVA, HSD test (Autor, 2020)



Obrázek 15: Graf znázorňující působení typu květináče na obsah CBD. ANOVA, HSD test (Autor, 2020)

Při posuzování výsledků porovnání obsahu CBD mezi odrůdami (tab. č. 5, 6 a 7) vyniká skupina tvořena třemi odrůdami: Forbidden Fruit, Critical Hog a Chocolope. U těchto odrůd obsah CBD byl prokazatelně větší než u ostatních, a to nezávisle na typu použitých květináčů.

Tabulka 5: obsah CBD podle genotypu nezávisle na typu květináče.

Genotypy	Obsah CBD (%)	Sm. odchylka (%)				
Green Poison	0,276	0,0004				****
Cheese	0,364	0,01		****		****
Mango Sapphire	0,443	0,133	****	****		
Tangie	0,453	0,173	****	****		
Critical 2+	0,546	0,366	****			
Gorilla Glue	0,582	0,012	****			
Granddaddy Purple	0,604	0,004	****			
Forbidden Fruit	0,778	0,008			****	
Critical Hog	0,781	0,015			****	
Chocolope	0,844	0,004			****	

Tukeyův HSD test; proměnná CBD % (Kanabinoidy_komplet) Homogenní skupiny, $\alpha=0,05$ Chyba: meziskup. PČ = ,00723, sv = 50,000

Tabulka 6: obsah CBD podle genotypu na typu květináče pot.

Genotypy	Obsah CBD (%)	Sm. Odchylka (%)			
Green Poison	0,274	0,008	****		
Tangie	0,276	0,004	****		
Mango Sapphire	0,306	0,008	****		
Cheese	0,364	0,101	****		
Critical 2+	0,560	0,013		****	
Gorilla Glue	0,567	0,014		****	
Granddaddy Purple	0,603	0,010		****	
Critical Hog	0,766	0,036			****
Forbidden Fruit	0,790	0,037			****
Chocolope	0,840	0,005			****

Tukeyův HSD test; proměnná CBD % (Kanabinoidy_komplet) Homogenní skupiny, $\alpha = 0,05$ Chyba: meziskup. PČ = 0,00134, sv = 20,000

Tabulka 7: obsah CBD podle genotypu na typu květináče airpot.

Genotypy	Obsah CBD (%)	Sm. odchylka (%)			
Green Poison	0,274	0,008			****
Cheese	0,364	0,101			****
Critical 2+	0,533	0,003	****		
Mango Sapphire	0,579	0,024	****		
Gorilla Glue	0,597	0,009	****		
Granddaddy Purple	0,604	0,042	****		
Tangie	0,630	0,037	****		
Forbidden Fruit	0,765	0,017		****	
Critical Hog	0,795	0,009		****	
Chocolope	0,848	0,027		****	

Tukeyův HSD test; proměnná CBD % (Kanabinoidy_komplet) Homogenní skupiny, $\alpha = 0,05$ Chyba: meziskup. PČ = 0,00151, sv = 20,000

Podle výsledků nejde přesně určit odrůdy s nejmenším obsahem CBD. Ve třech porovnáních vznikly 3 zvláštní skupiny odrůd s nejmenšími obsahy CBD. Při srovnávání vzorků odebraných z rostlin vypěstovaných v květináčích typu „pot“ tuto skupinu tvořily následující odrůdy: Green Poison, Tangie, Mango Sapphire a Cheese. U vzorků z květináčů typu „airpot“ táto skupina se skládala ze dvou odrůd – Green Poison a Cheese. Při srovnání vzorků nezávisle na typu použitých květináčů, nejnižší obsah vykazala jenom odrůda Green Poison. Rozdíly mezi odrůdami z hlediska obsahu CBD nebyly značné, všechny odrůdy obsahovali méně, než 1 % CBD (0,27 až 0,85 %). Podobných výsledků bylo dosaženo ve studiích z roku 2015 a 2018, kde všechny sledované genotypy měly obsah kanabidiolu do 1 % (Chandra et. al., 2015; Janatová et. al., 2018). Všechny studie uvádějí, že nízký obsah kanabidiolu je dán genetickou výbavou sledovaných genotypů.

Výsledky srovnání podle obsahu THC jsou zobrazeny v tabulkách č. 8, 9 a 10. Obsahy THC se pohybovaly v rozmezí $5,86 \pm 0,089$ % (odrůda Cheese při pěstování v airpot-květináčích) až $16,63 \pm 1,057$ % (u odrůdy Tangie, také při použití airpot-květináčů), což znamená, že všechny odrůdy jsou v limitech zadaných legislativou. Při porovnání obsahu THC u odrůd mezi sebou nezávisle na typu použitých květináčů (tabulka 6.) lze vyčlenit tři skupiny: odrůdy s nejnižšími obsahy Cheese ($7,88 \pm 2,017$ %) a Critical 2+ ($8,03 \pm 0,94$ %), odrůda Tangie ($15,22 \pm 1,41$ %) s nejvyšším obsahem THC a odrůdy se středním obsahem THC (Granddaddy Purple, Forbidden Fruit, Green Poison, Critical Hog, Mango Sapphire, Chocolope, Gorilla Glue), mezi kterými nebyly zaznamenány žádné statistické rozdíly.

Tabulka 8: obsah THC podle genotypu nezávisle na typu květináče.

Genotypy	Obsah THC (%)	Sm. odchylka (%)				
Cheese	7,877	2,017			****	
Critical 2+	8,033	0,94			****	
Granddaddy Purple	9,669	0,589			****	****
Forbidden Fruit	11,067	1,288	****		****	****
Green Poison	11,598	0,628	****	****	****	****
Critical Hog	11,918	0,408	****	****		****
Mango Sapphire	12,238	1,598	****	****		****
Chocolope	13,645	0,535	****	****		
Gorilla Glue	14,438	1,558	****	****		
Tangie	15,220	1,41		****		

Tukeyův HSD test; proměnná THC % (Kanabinoidy_komplet) Homogenní skupiny, $\alpha=0,05$ Chyba: meziskup. PČ = 3,8227, sv = 50,000

Výstup z programu Statistika 12 pro závislost obsahu THC na typu květináčů „pot“ je zobrazen v tabulce 7. Při zhodnocení těchto výsledků také vynikají 3 skupiny. Nejvyšších hodnot bylo dosaženo u odrůd Tangie ($13,81 \pm 1,405$ %) a Chocolope ($14,18 \pm 0,287$ %). Odrůda Critical 2+ ($7,099 \pm 0,347$ %) jediná vykázala statisticky prokazatelně nejmenší obsah THC. Mezi ostatními odrůdami nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl.

Tabulka 9: obsah THC podle genotypu na typu květináče pot.

Genotypy	Obsah THC (%)	Sm. odchylka (%)		
Critical 2+	7,099	0,347		****
Granddaddy Purple	9,078	0,159	****	****
Cheese	9,896	0,062	****	****
Mango Sapphire	10,638	4,117	****	****
Green Poison	10,974	1,524	****	****
Critical Hog	11,513	0,899	****	****
Forbidden Fruit	11,828	1,075	****	****
Gorilla Glue	12,877	1,149	****	****
Tangie	13,810	1,405	****	
Chocolope	14,180	0,287	****	

Tukeyův HSD test; proměnná THC % (Kanabinoidy_komplet) Homogenní skupiny, $\alpha=0,05$ Chyba: meziskup. PČ = 4,9104, sv = 20,000

Nejvyšší obsah THC při pěstování v airpot květináčích vykázaly odrůdy Gorilla Glue ($15,998 \pm 0,831$ %) a Tangie ($16,63 \pm 1,057$ %). Odrůda Cheese ($5,858 \pm 0,089$ %), stejně jako při srovnání na typu květináči, vykázala statisticky prokazatelně nejnižší obsah THC.

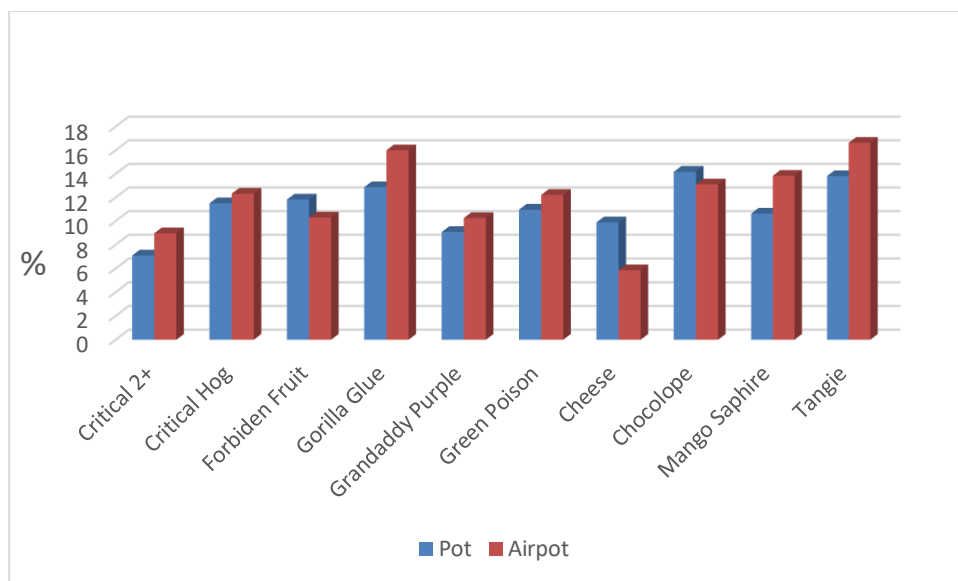
Tabulka 10: obsah THC podle genotypu na typu květináče airpot.

Genotypy	Obsah THC (%)	Sm. odchylka (%)					
Cheese	5,858	0,089					****
Critical 2+	8,967	0,221			****		
Granddaddy Purple	10,261	1,075	****		****		
Forbidden Fruit	10,306	0,406	****		****		
Green Poison	12,221	0,456	****	****			
Critical Hog	12,324	0,154	****	****			
Chocolope	13,109	0,62		****			
Mango Sapphire	13,838	1,248		****			
Gorilla Glue	15,998	0,831				****	
Tangie	16,630	1,057				****	

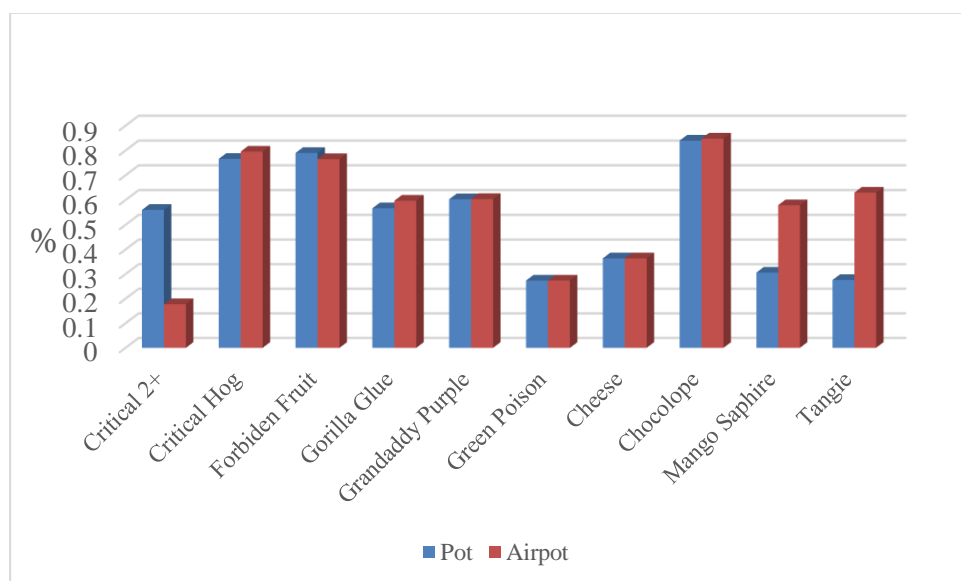
Tukeyův HSD test; proměnná THC % (Kanabinoidy_komplet) Homogenní skupiny, $\alpha=0,05$ Chyba: meziskup. PČ = 0,53591, sv = 20,000

Genotypy Tangie ($16,63 \pm 1,057$ %) a Gorilla Glue ($15,99 \pm 0,831$ %) měly vysoký obsah THC. Tyto genotypy, svými obsahy kanabinoidů, jsou velmi podobné, v Nizozemsku nejvíce žádanému genotypu konopí Bedrocan (15,5-21,0 % THC; do 1 % CBD), který se využívá v medicíně (Hazekamp, 2006).

Na obrázku č. 16 jsou zobrazeny zjištěné obsahy THC u jednotlivých genotypů s použitím různých typů květináčů. Je vidět, že 7 z 10 genotypů vypěstovaných v květináčích typu airpot vykázaly větší obsah THC v porovnání s rostlinami vypěstovanými v klasických květináčích, přičemž obsah THC u těchto 7 genotypů byl v průměru o 18,9 % vyšší. U zbylých 3 genotypů se projevila opačná situace, kde obsah THC u rostlin vypěstovaných v airpot-květináčích byl v průměru o 20,37 % nižší. Všechny ostatní odrůdy obsahovaly mnohem menší koncentraci, než uváděl šlechtitel (tabulka č. 1.). U odrůd Critical 2+, Mango Sapphire a Tangie zjištěné obsahy THC jsou dokonce dvakrát nižší.



Obrázek 16: Porovnání obsahu THC u jednotlivých genotypů a variant (Autor, 2020)



Obrázek 17: Porovnání obsahu CBD u jednotlivých genotypů a variant (Autor, 2020)

Naopak v koncentracích CBD shoda nebyla dosažena jenom u dvou odrůd, které obsahovaly větší množství tohoto kanabinoidu (Mango Sapphire a Critical 2+).

Ve vyhlášce č. 307/2020 Sb. ke každé skupině je přiřazen kód, který ale nelze přiřadit k žádnému ze sledovaných genotypů, protože toto začlenění závisí nejenom na obsazích THC a CBD, ale také na druhu konopí (*Cannabis sativa* L. nebo *Cannabis indica*

L.). Všechny sledované genotypy jsou hybridy. Bez ohledu na druh konopí, podle této vyhlášky všechny sledované genotypy můžeme začlenit do čtyřech skupin:

Rozmezí obsahu THC od 7 do 9 % a CBD do 1 %: odrůdy Cheese, Critical 2+. Mezi těmito odrůdami nebyl zaznamenán statisticky průkazný rozdíl v obsazích kanabinoidů, ale odrůda Critical 2+ vykazovala větší výnosy a tím pádem má větší prioritu při výběru odrůd k medicínskému využití.

Rozmezí obsahu THC od 9 do 12 % a CBD do 1 %: Granddaddy Purple, Forbidden Fruit, Green Poison a Critical Hog. Mezi těmito odrůdy také nebyl zaznamenán statisticky významný rozdíl v obsazích sledovaných kanabinoidů, ale u odrůd Forbidden Fruit a Green Poison jsou větší výnosy sušeného květenství při součtu dvou variant (99 a 98 gramů).

Rozmezí obsahu THC od 12 do 15 % a CBD do 1 %: Mango Sapphire, Chocolope a Gorilla Glue. V této skupině nejvýnosnější je odrůda Gorilla Glue. Daná odrůda je nejvýnosnější a zároveň má vysoké obsahy THC v porovnání se všemi ostatními odrůdy (vyšší obsahy byly zjištěny u odrůdy Tangie).

Rozmezí obsahu THC od 15 do 18 % a CBD do 1 %: Tangie – je to jediná odrůda, která se zařazuje do této skupiny, má největší obsah THC vůči ostatním odrůdám a zároveň vysoké výnosy.

Kvůli tomu, že u některých odrůd rozdíly v obsazích kanabinoidů při používání různých typů květináčů dosahovali až 20 % pro zařazení do skupin byly použity zprůměrované hodnoty, aby se eliminoval vliv použitých květináčů.

6. Závěr

Pro účely této studie bylo vypěstováno 10 genotypů konopí. Cílem bylo najít genotypy, které budou vyhovovat české legislativě a budou obsahovat, co nejvíce hlavních kanabinoidů. Bylo stanoveno, že obsahem kanabinoidů všechny rostliny odpovídají české legislativě (obsahy THC do 25 % a CBD do 23 % u všech odrůd). Dále bylo stanoveno, že všechny odrůdy obsahovaly méně než 1 % CBD, ale v obsahu THC byly zaznamenány značné rozdíly. Odrůda Tangie měla největší obsah THC ($15,22 \pm 1,41$ %) a zároveň vysoké výnosy sušeného květenství ($40,1 \pm 0,9$ g na jednu rostlinu). Tím pádem první hypotéza o tom, že alespoň jedna odrůda bude mít velké výnosy a obsahy kanabinoidů je přijata. Při porovnání s odrůdou Tangie, u odrůdy Gorilla Glue se ukázali relativně vysoké ukazateli ($65,3 \pm 7,3$ g sušeného květenství a $14,438 \pm 1,56$ % THC). Velikost těchto ukazatelů může ovlivnit velikost objemu čistého THC při jeho extrakci.

Všechny vypěstované genotypy dle vyhlášky č. 307/2020 Sb. o stanovení podmínek pro předepisování, přípravu, distribuci, výdej a používání individuálně připravovaných léčivých přípravků s obsahem konopí pro léčebné použití lze rozdělit do čtyř skupin podle obsahu hlavních kanabinoidů:

- Rozmezí obsahu THC od 7 do 9 % a CBD do 1 %
- Rozmezí obsahu THC od 9 do 12 % a CBD do 1 %
- Rozmezí obsahu THC od 12 do 15 % a CBD do 1 %
- Rozmezí obsahu THC od 15 do 18 % a CBD do 1 %

K první skupině jsou přiřazeny dva genotypy: Cheese a Critical 2+, kde odrůda Critical 2+ má větší výnosy a tím bude mít větší prioritu v dalších studiích a popřípadě i u producentů konopí pro léčebné použití.

Do druhé skupiny zapadají čtyři genotypy: Granddaddy Purple, Forbidden Fruit, Green Poison a Critical Hog. Ačkoliv mezi těmito genotypy nebyly zaznamenány statisticky významné rozdíly v obsahích sledovaných kanabinoidů, výnosy sušeného květenství se značně lišily. Genotyp Forbidden Fruit ($44,325 \pm 7,925$ g) a Green Poison (49 ± 9 g) měly větší výnosy sušeného květenství než zbylé.

Do třetí skupiny jsou přiřazeny tři genotypy: Mango Sapphire, Choclope a Gorilla Glue, kde poslední ze zmíněných genotypů byl nejvýnosnější ($65,3 \pm 7,3$ g).

Do poslední skupiny spadá jenom jeden genotyp – Tangie, který měl prokazatelně nejvyšší obsah THC a zároveň vysoký výnos sušených květenství.

Další studie by se měly zabývat genotypy, které v těchto skupinách jsou nejvíce výnosné: Tangie, Gorilla Glue, Forbidden Fruit, Green Poison a Critical 2+.

Na základě zhodnocených dat nemůžeme posuzovat úroveň působení typu květináče na obsah hlavních kanabinoidů a výnosu sušeného květenství u jednotlivých genotypů i přesto, že existuje určitá tendence k nárůstu těchto ukazatelů při používání airpot-květináčů. To znamená, že druhá hypotéza je zamítnuta. Pro stanovení podobných vztahů je zapotřebí zhodnotit statistická data z několika pěstebních cyklů u stejných genotypů za stejných podmínek pěstování.

Z hlediska malého počtu relevantních zdrojů, se kterými lze srovnat výsledky dané práce je zapotřebí provést další pěstební cykly s použitím airpot-květináčů a větším počtem rostlin. Také je nesmírně důležité prozkoumat stabilitu a biologickou aktivitu těchto genotypů, aby bylo možné je doporučit pro konkrétní diagnózy.

7. Zdroje

Abdel-Ghany, A.M., Kozai, T., 2006: Cooling Efficiency of Fogging Systems for Greenhouses. Elsevier. Biosystems engineering. 94. Str. 97-109.

Adams, P. 2012: Weedology/Marihuana – Vše o pěstování konopí. Positive Publishers. Casano, S., Grassi, G., Martini, V., Michelozzi, M., 2011. Variations in terpene profiles of different strains of *Cannabis sativa* L. Acta Hort. 925, 115–122, 351.

Amaducci, S., Zatta, A., Raffanini, M., Venturi, G. 2008: Characterisation of hemp (*Cannabis sativa* L.) roots under different growing conditions. Plant and Soil. 313: 227-235.

Borgelt L. M., Franson K. L., Nussbaum A. M., Wang G. S., 2013: The pharmacologic and clinical effects of medical cannabis. Pharmacotherapy journal. 33:195—209.

Borrelli, F., Pagano, E., Romano, B., Panzera, S., Maiello, F., Coppola, D., Petrocellis, L., Lorena Buono, L., Orlando, P., Izzo, A. 2014: Colon carcinogenesis is inhibited by the TRPM8 antagonist cannabigerol, a Cannabis-derived non-psychoactive cannabinoid. Carcinogenesis. 2787-2797.

Boulard T., Fatnassi H., Roy J.C., Lagier J., Fargues J., Smits N., Rougier M., Jeannequin B., 2004: Effect of greenhouse ventilation on humidity of inside air and in leaf boundary-layer. Available from: <http://www.sciencedirect.com>

Carlini, E. A. et Karniol I. G., 1974: Effects of marijuana in laboratory animals and in man. British Journal of Pharmacology. 50:299-309.

Cervantes, J., 2006: Marijuana Horticulture. The Indoor/Outdoor Medical grower's Bible. Van Patten Publishing. 14.

Colbert, M., 2014: Cannabinoid Profile: Cannabinol (CBN). The Leaf Online. Available from: <http://theleafonline.com/c/science/>

Champagne, A. et Boutry, M. 2016: Proteomics of terpenoid biosynthesis and secretion in trichomes of higher plant species. Biochimica et Biophysica Acta (BBA) - Proteins & Proteomics 1864(8). DOI:10.1016/j.bbapap.2016.02.010

Devane, W.A., Dysarz, F.A., Johnson, M.R., Melvin, L.S., Howlett, A.C, 1988: Determination and characterization of a cannabinoid receptor in rat brain. American Society for Pharmacology and Experimental Therapeutics. 34 (5) 605-613.

- Dvořáček, V., 2009: Světelné zdroje – světelné diody. Odborný časopis „Světlo“.
5: 68.
- Dussy, E. F., Hamberg, C., Luginbühl, M., Schwerzmann, T., Briellmann, A. T.,
2005: Isolation of Δ^9 -THCA-A from hemp and analytical aspects concerning the
determination of Δ^9 -THC in cannabis products. *Forensic Science International* 149 (1). 3-
10.
- E. Small, A. Cronquist 1976: *Practical and Natural Taxonomy for Cannabis*. Wiley.
Taxon: 25(4): 404–435
- Elisabetsky, E., Coelho De Souza, G. P., Dos Santos, M. A. C., Alves Amador, T.,
1995: Sedative properties of linalool. In: *Fitoterapia*. 66(5). 407-414
- Halpeth, M. K., Senthil Kumar T., Harikumar G., 2004: *Light Right: A practising
engineer's manual on energy-efficient lighting*. TERI Press.
- Hanuš, L. O. (2009) Pharmacological and therapeutic secrets of plant and brain
(endo)cannabinoids. *Medicinal Research Reviews* 29. 213-271.
- Hanuš, L. O. (2012) Endogenní kanabinoidy, receptory, fyziologické role. *Revue
České Lékařské Akademie* 8. 8-12
- Haš, S., Baxant, P., 2020: Rostliny a osvětlení v biofilním interiéru. Odborný
časopis „Světlo“, 1:24.
- Hazekamp, A., Fishedick, J.T. 2012: Cannabis – from cultivar to chemovar. *Drug
Test*. 4, 660–667.
- Hoddle, M. S., Van Driesche, R. G., Sanderson, J. P. 1998. Biology and use of the
whitefly parasitoid *Encarsia formosa*. *Annual review of entomology*. 43 (1). 645–669.
- Huizer, H. et Poortman-van der Meer, A. 1995: Report on the Yield of Indoor
Cannabis Plants. Forensic Laboratory of the Department of Justice.
- Hurd Y. L., Yoon M., Manini A. F., Hernandez S., Olmedo R., Ostman M., Jutras-
Aswad D., 2015: Early Phase in the Development of Cannabidiol as a Treatment for
Addiction: Opioid Relapse Takes Initial Center Stage. *Neurotherapeutics journal*.
12(4):807–815. doi:10.1007/s13311-015-0373-7.
- Champagne, A., Boutry, M., (2016) Proteomics of terpenoid biosynthesis and
secretion in trichomes of higher plant species. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) -
Proteins and Proteomics* 1864 (8). 1039-1049.
- Chandra, S., Lata, H., Zlatko, M., Khan, I. A., ElSohly, M. A. 2015: Light
dependence of photosynthesis and water vapor exchange characteristics in different high
 Δ^9 -THC yielding varieties of *Cannabis sativa* L. *Journal of Applied Research on Medicinal
and Aromatic Plants*. 2: 1-9.

Janatová, A., Fraňková, A., Tlustoš, P., Hamouz, K., Božik, M., Klouček, P. 2018: Yield and cannabinoids contents in different cannabis (*Cannabis sativa* L.) genotypes for medical use. *Industrial crops and products*. 112: 363-367.

Klein C., Karanges E., Spiro A., Wong A., Spencer J., Huynh T., Gunasekaran N., Karl T., Long L. E., Huang X. F., Liu K., Arnold J. C., McGregor I. S., 2011: Cannabidiol potentiates Δ^9 -tetrahydrocannabinol (THC) behavioural effects and alters THC pharmacokinetics during acute and chronic treatment in adolescent rats. *Psychopharmacology journal*. doi:10.1007/s00213-011-2342-0.

Knight, G., Hansen, S., Connor, M., Poulsen, H., McGovern, C., Stacey, J. 2010: The results of an experimental indoor hydroponic Cannabis growing study, using the 'Screen of Green' (ScrOG) method—Yield, tetrahydrocannabinol (THC) and DNA analysis. *Forensic Science International*. 202: 36–44

Kujbin, P., 2014: Indukční zdroj světla. Institut termofyziky. Available from: <http://www.itp.nsc.ru/>

Lawlor, D.W., 2001: Photosynthesis. Third Edition. BIOS Scientific Publishers, Oxford, UK.

Li, Y., Niu, W., Cao, X., Wang, J., Zhang, M., Duan, X., Zhang, Zh. 2019: Effect of soil aeration on root morphology and photosynthetic characteristics of potted tomato plants (*Solanum lycopersicum*) at different NaCl salinity levels. *BMC Plant Biology*. 19: 331.

Matsuda, L. A., Lolait, S. J., Brownstein, M. J., Young, A. C., Bonner, T. I. (1990) Structure of a cannabinoid receptor and functional expression of the cloned cDNA. *Nature* 346 (6284). 561-564

McPartland, J.M., Clarke, R.S., Watson, D.P., 2000: Hemp diseases and pests. Management and biological control. Oxford University Press.

Mercuri A.M., Accorsi C.A., Mazzanti M.B., 2002: The long history of Cannabis and its cultivation by the Romans in central Italy, shown by pollen records from Lago Albano and Lago di Nemi. *Vegetation History and Archeobotany*. 11:263-276. Michka, J. Cervantes, R.C. Clarke, C. Conrad, A. Jansen, R. Mechoulam, M. Guzman, D. Richard, P. Lucas, D. E. Wirtshafter 2015: Medical Cannabis. From marijuana to synthetic cannabinoids. Mama Editions.

Miovský, M., Blaha, T., Dědičová, M., Dvořáček, J., Gabrhelík, R., Gabrielová, H., Gajdošíková, H., Hanuš L. O., Horáček, J., Krměčák, P., Kubů, P., Miovska, L., Ouštěcká- Neradová, A. B., Nerad, J. M., Radimecký, J., Ruman, M., Sivek, V., Šejvl, J.,

Šulcová, A., Vacek, J., Vopravil, J., Vorel, F., Zábanský, T., 2008. Konopí a konopné drogy: adiktologické kompendium. 1. vyd. Grada. Praha. 533.

Mr. José, 2012: Jak pěstovat „indoor“. NAVA TISK.

Munson A.E., Harris L.S., Friedman M.A., Dewey W.L., Carchman R.A., 1975: Antineoplastic Activity of Cannabinoids. *Journal of the National Cancer Institute*. 55(3):597–602.

Nederhoff, E., 2004: Carbon Dioxide Enrichment. *Practical Hydroponics and Greenhouses*. 5:50–59.

Nikan, M., Nabavi, S., Manayi, A. 2016. Review article: Ligands for cannabinoid receptors, promising anticancer agents. *Life Sciences*. 146: 124-130.

Petro, D., Ellenberger, C., 1981: Treatment of Human Spasticity with Δ^9 -Tetrahydrocannabinol. *The Journal of Clinical Pharmacology*. 21:413-416.

Petrocellis, L., Ligresti, A., Moriello, A. M., Iappelli, M., Verde, R., Stott, C. G., Cristino, L., Orlando, P., Marzo, V., 2013: Non-THC cannabinoids inhibit prostate carcinoma growth in vitro and in vivo: pro-apoptotic effects and underlying mechanisms. *British Journal of Pharmacology*. 161(1): 79-102.

Potter, D. J et Duncombe, P. 2012: The Effect of Electrical Lighting Power and Irradiance on Indoor-Grown Cannabis Potency and Yield. *Journal of Forensic Sciences*. 3: 618-622.

Rätsch, Ch., 1998: Konopí jako lék. Volvox Globator.

Romancova, T., Dedov, I., Kuznecov I., 2006: Endokanabinoidní systém: struktura a možnosti úpravy tělesné váhy. *Obezita a metabolismus*. 4.

Russo, E. B, 2011: Taming THC: potential cannabis synergy and phytocannabinoid- terpenoid entourage effects. *British Journal of Pharmacology*. 163(7): 1344- 1364.

Russo, E. B. 2014: The Pharmacological History of Cannabis. *Handbook Of Cannabis*. Oxford University Press. 23-43.

Russo, E. B., 2001: Hemp for headache: an in-depth historical and scientific review of cannabis in migraine treatment. *Journal of Cannabis Therapeutics*. 1: 21–92.

Russo, E. B., 2003: Future of cannabis and cannabinoids in therapeutics. *Journal of Cannabis Therapeutics*. 3: 163–174.

Sallan S. E., Zinberg N. E., Frei E. D., 1975: Antiemetic effect of delta-9-tetrahydrocannabinol in patients receiving cancer chemotherapy. *New England Journal of Medicine*, 293: 795–797.

Slabyhoudek, S., 2014: Halogenidové výbojky – historie výroby, technologie, prototypy. Available from: <http://www.vybojky-zarovky.cz>

Státní agentura pro konopí pro léčebné použití, 2020: Distribuce a dovoz konopí pro léčebné použití. SAKL. Available from: <http://www.sakl.cz/distributori-a-dovozci/distribuce-a-dovoz>

Sullivan, N., Elzinga, S., Raber, J. C. 2013. Determination of pesticide residues in cannabis smoke. *Journal of toxicology*.

Šulcová, A., (2015) Endokanabinoidní systém a bolest. In: Rokyta, Richard a Cyril Höschl. *Bolest a regenerace v medicíně 1*. Axonite. Praha.

Taxier, W., 2015: *Hydroponie pro každého*. Mama Publishing. Paříž.

Toonen, M., Ribot, S., Thissen, J. 2006: Yield of illicit indoor cannabis cultivation in The Netherlands. *J. Forensic Sci.* 51, 1050–1054.

Turner C. E., M. A. Elsohly and E. G. Boeren, 1980. Constituents of *Cannabis sativa* L. XVII. A review of the natural constituents. *Journal of Natural Products*. 43(2): 169—234.

United Nations office on drugs and crime. 2009: *Recommended methods for the identifications and analysis of cannabis and cannabis products*. United Nations. New York

Vanhove, W., Van Damme, P., Meert, N. 2011: Factors determining yield and quality of illicit indoor cannabis (*Cannabis spp.*) production. *Forensic Sci.* 212, 158–163.

Williams S.J., Hartley J.P., Graham J.D., 1976: Bronchodilator effect of delta1-tetrahydrocannabinol administered by aerosol of asthmatic patients. *Thorax*. 31: 720–723.

Zygmunt, P. M., Andersson, D. A., Högestätt, E. D., 2002: Δ^9 -Tetrahydrocannabinol and Cannabinol Activate Capsaicin-Sensitive Sensory Nerves via a CB1 and CB2 Cannabinoid Receptor-Independent Mechanism. *Journal of Neuroscience*. 22(11): 4720-4727.

8. Seznam obrázků

Obrázek 1: Podruhy konopí: konopí seté, konopí indické, konopí rumištní. (Dic.Academik, 2020. Available from: <https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/953386>)

Obrázek 2: Fotosynteticky aktivní záření (Magazine Legalizace, 2017. Available from: <https://magazine-legalizace.cz/2585-growing-rychlosti-svetla-1-dil-par-spektrum-a-fotosynthese>)

Obrázek 3: Porovnání vyzařovaného spektra sodíkové a halogenidové výbojky (Verdant Lodge, 2020. Available from: <https://verdantlodge.com/best-led-lights-for-scientifically-expained-full-spectrum-vs-red-and-blue-light-led-grow-light-indoor-gardening>).

Obrázek 4: Spektrogram 600W LED-svítilna. (Amazon, 2020. Available from: <https://amazon.es/Luz-planta-Luces-plantas-LED/dp/B07XT5K1ZR>)

Obrázek 5: Závislost koncentrace CO₂ na nárůst biomasy. (Nederhoff, E., 2004: Carbon Dioxide Enrichment. Practical Hydroponics and Greenhouses. 5:50–59.)

Obrázek 6: Airpot (Air-Pot, 2020. Available from: <https://air-pot/>)

Obrázek 7: Growbag (Grow city, 2020. Available from: <https://www.growcity.cz/produkty/tex-pot-agro-textilni-kvetinac-cerny-251>)

Obrázek 8: Zralé trichomy před sklizní (The leaf Online, 2014: Cannabinoid Profile: Tetrahydrocannabinolic Acid (THCa). Available from: <http://theleafonline.com/c/science/2014/07/cannabinoid-profile-crash-course-thca/>)

Obrázek 9: Strukturální vzorec tetrahydrokanabinolu (Pub Chem, 2020. Available from: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/16078#section=2D-Structure>)

Obrázek 10: Strukturální vzorec kanabidiolu (Pub Chem, 2020: Available from: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/644019#section=Structures>)

Obrázek 11: Technologická příručka pro použití hnojiv (Plagron, 2020: Available from: <https://plagron.com>)

Obrázek 12: Vzorčky konopí před homogenizací (Autor, 2020)

Obrázek 13: Plynový chromatograf (Autor, 2020)

Obrázek 14: Graf znázorňující působení typu květináče na obsah THC. ANOVA, HSD test (Autor, 2020)

Obrázek 15: Graf znázorňující působení typu květináče na obsah CBD. ANOVA, HSD test (Autor, 2020)

Obrázek 16: Porovnání obsahu THC u jednotlivých genotypů a variant (Autor, 2020)

Obrázek 17: Porovnání obsahu CBD u jednotlivých genotypů a variant (Autor, 2020)

9. Seznam tabulek

Tabulka 1: Použité genotypy konopí (Autor, 2020)

Tabulka 2: Výnosy sušeného květenství (Autor, 2020)

Tabulka 3: Porovnání typu květináčů na obsah CBD (Autor, 2021)

Tabulka 4: Porovnání typu květináčů na obsah THC (Autor, 2021)

Tabulka 5: obsah CBD podle genotypu nezávisle na typu květináče (Autor, 2021)

Tabulka 6: obsah CBD podle genotypu na typu květináče pot (Autor, 2021)

Tabulka 7: obsah CBD podle genotypu na typu květináče airpot (Autor, 2021)

Tabulka 8: obsah THC podle genotypu nezávisle na typu květináče (Autor, 2021)

Tabulka 9: obsah THC podle genotypu na typu květináče pot (Autor, 2021)

Tabulka 10: obsah THC podle genotypu na typu květináče airpot (Autor, 2021)

10. Seznam použitých zkratek

2-AG - 2-arachidonoylglycerol

CB₁ a CB₂ – kanabinoidní receptory

CBC – kanabichromen

CBD – kanabidiol CBG - kanabigerol CBN – kanabinol

ČZU – Česká zemědělská univerzita

EC – elektrická vodivost

FAPPZ – fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

THC – tetrahydrokanabinol

THCA - Tetrahydrokanabinolová kyselina

THCV – Tetrahydrokanabivarin

PS – pěstební systémy